

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**FILIAL JAÉN**



**EVALUACIÓN DE DIÁMETROS DOMINANTES EN LA CALIDAD  
DE SITIO DE *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken EN  
PLANTACIONES AGROFORESTALES DEL DISTRITO DE SAN  
JOSÉ DEL ALTO, PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**Jocny Calderón Moreto**

**Asesor: Ing. M.Sc. German Pérez Hurtado**

**JAÉN – PERÚ**

**2019**



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de Febrero de 1,962

"Norte de la Universidad Peruana"

### FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL SECCIÓN JAÉN

Bolívar N° 1342 – Plaza de Armas – Telfs. 431907 - 431080  
JAÉN – PERÚ



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los veinte días del mes de Junio del año dos mil diecinueve, se reunieron en el Ambiente del Auditorio Auxiliar de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 198-2018-FCA-UNC, de fecha 17 de Mayo de 2018, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado **“EVALUACIÓN DE DIÁMETROS DOMINANTES EN LA CALIDAD DE SITIO DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón ) Oken EN PLANTACIONES AGROFORESTALES DEL DISTRITO DE SAN JOSÉ DEL ALTO, PROVINCIA DE JAÉN – CAJAMARCA”**, ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales don **JOCNY CALDERÓN MORETO**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las dieciséis horas y cinco minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Terminado el acto de sustentación el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de catorce **(14)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para que inicie los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las diecisiete horas y diez minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Dr. Segundo P. Vaca Marquina  
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. Segundo Tafur Santillán  
SECRETARIO

Ing. Leiver Flores Flores  
VOCAL

Ing. Germán Pérez Hurtado  
ASESOR

# ***DEDICATORIA***

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy; a mis padres: Hipólito Calderón Alberca y Santos Dolores Jiménez Moreto por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles, y por apoyarme con los recursos necesarios. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Beybi, Marnit y Cesar por estar siempre presentes acompañándome para poder realizarme profesional y personalmente.

A mi esposa Sandra Lusmery por su apoyo y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas. A mi hija Emily Anahiss quien ha sido y es mi motivación, inspiración y felicidad, para que vea en mí un ejemplo a seguir.

Alguien muy especial, Elena Alberca More, sé que te fuiste al lado del señor hace ya tiempo; pero no abandono tu recuerdo porque me das fuerzas para seguir en la vida, sé que sigues y guías mis pasos desde arriba.

Y a todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

Jocny Calderon

## ***AGRADECIMIENTO***

Agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta donde estoy, porque me ayudaste hacer realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional, a mis docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Forestal – Filial Jaén, al mismo tiempo a mi asesor de Tesis el Ing. Germán Pérez Hurtado, por su esfuerzo, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía y otras en mi recuerdo y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes	11
2.2. Bases teóricas	14
2.2.1. Especie de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	14
2.2.2. Clasificación de la capacidad productiva maderable	14
2.2.3. Calidad de Sitio	15
2.2.4. Métodos de construcción de curvas de índice de sitio	16
2.2.5. Modelo para índice de sitio	16
2.2.6. Aplicación de análisis estadístico	17
2.3. Conceptos básicos	17
2.3.1. Calidad de sitio	17
2.3.2. Método curva guía	18
2.3.3. Diámetro dominante	18
2.3.4. Plantaciones agroforestales	18
2.3.5. Capacidad productiva	18
2.3.6. Modelos de regresión	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	19
3.2. Materiales	21
3.3. Metodología	22
3.3.1 Trabajo de campo	22
3.3.2 Trabajo de gabinete	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Resultados	25
4.1.1. Índice de sitios para clasificación productiva de <i>Cordia alliodora</i> (Ruíz & Pavón) Oken	25
4.1.2. Tablas límites	26
4.1.3. Construcción de curvas de índice de sitio	29
4.1.4. Resultado estadístico	30
4.2. Discusión	31
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
5.1. Conclusiones	33
5.2. Recomendaciones	33
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXO	39

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de dispersión de especies de la parcela PA01	19
Figura 2. Mapa de dispersión de especies de la parcela PA02	20
Figura 3. Mapa de dispersión de especies de la parcela PA03	20
Figura 4. Mapa de dispersión de especies de la parcela PA04	21

Figura 5. Grafica de curva de índice de sitio empleado con el modelo de curva guía	29
Figura 6. Grafica de la curva de índice de sitio para alturas dominantes empleado con el modelo de curva guía	30

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Índice de sitio a partir de los diámetros dominantes en la clasificación productiva de la especie	25
Tabla 2. Índice de sitio a partir de las alturas dominantes en la clasificación productiva de la especie	25
Tabla 3. Índice de sitio medio de la especie <i>Cordia alliodora</i> (Ruíz y Pavon) Oken en los sectores analizados	26
Tabla 4. Límites de diámetros dominantes en relación a su edad	27
Tabla 5. Límites de alturas dominantes en relación a su edad	28

## RESUMEN

En muchas ocasiones el desarrollo de un individuo forestal se ve influenciado en gran manera por la calidad del sitio donde se encuentra, siendo así y teniendo escasa información sobre la calidad de sitio donde se desarrolla la especie más común de los sistemas agroforestales en la Provincia de Jaén es por tal motivo que el objetivo de la investigación fue evaluar la influencia de la calidad de sitio en la dominancia diamétrica de *Coridia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken en plantaciones agroforestales de café del distrito de San José del Alto, provincia de Jaén, región de Cajamarca. Se utilizó un registro de 4 parcelas agroforestales donde se evaluaron los datos dasométricos de los árboles (Dap y altura dominante). Para la elaboración de las curvas de índice de sitio se empleó método de curva guía para sistemas de curvas anamórficas considerándose una equidistancia de 2 cm y 4 curvas por cada clase media y una edad índice de 18 años, empleado por la demanda de mercado que establecen los productores. El procesamiento y ordenamiento de datos se hizo con el software Microsoft Office 2016 y Statistica 13 para el desarrollo de las estimaciones y pruebas estadísticas. El modelo matemático empleado fue aceptable y confiables con  $R^2 = 0.777$ , a partir de ello, se definieron tres clases de sitio: Clase I (buena), Clase II (regular) y Clase III (mala). Luego se establecieron tablas conteniendo los límites de los diámetros dominantes y alturas dominantes en relación a la edad para la construcción de las curvas de índice de sitio, concluyéndose que el método empleado en el estudio indica que los índices de sitio medio de cada lugar evaluado pertenecen a la Clase III y Clase I.

**Palabras clave:** Modelo matemático, índice de sitio, parcela agroforestal, *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken.

## ABSTRACT

In many occasions the development of an individual forest is influenced in great way by the quality of the site where it is, being thus and having scarce information on the quality of site where the most common species of the agroforestry systems is developed in the Province of Jaén is for such reason that the objective of the investigation was to evaluate the influence of the quality of site in the diameter dominance of *Coridia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken in coffee agroforestry plantations of the district of San José del Alto, province of Jaén, region of Cajamarca, A register of 4 agroforestry plots was used to evaluate the dasometric data of the trees (Dap and dominant height). For the elaboration of the site index curves, a guide curve method was used for systems of anamorphic curves, considering an equidistance of 2 cm and 4 curves for each middle class and an index age of 18 years, used for the market demand established by the producers. The processing and ordering of data was done with Microsoft Office 2016 and Statistica 13 software for the development of estimates and statistical tests. The mathematical model used was acceptable and reliable with  $R^2 = 0.777$ , from which three site classes were defined: Class I (good), Class II (regular) and Class III (bad). Then tables were established containing the limits of the dominant diameters and dominant heights in relation to the age for the construction of the site index curves, concluding that the method used in the study indicates that the mean site indices of each evaluated site belong to Class III and Class I.

**Key words:** Mathematical model, site index, agroforestry plot, *Cordia alliodora* (Ruíz and Pavón) Oken.

## I. INTRODUCCIÓN

La productividad de las plantaciones forestales precisa ser sustentable o aumentada, debido a los altos recursos iniciales de capital, las plantaciones forestales deben adecuarse sin causar impacto adverso al medio ambiente (Tiarks et al. 1998). La capacidad productiva de un lugar puede ser definida como la potencia para la producción de la madera u otro producto, en una determinada área y especie, donde esa capacidad pueda ser expresada de modo empírico o por medio de índices cuantitativos, como el índice local que es la altura total media de los árboles dominantes de una plantación a una edad específica (Campos y Leite 2013) siendo el método más práctico y usual (Selle 2008).

El principal componente externo en la capacidad productiva es el costo de medición de la altura total de los árboles a evaluar, es por ello que gran parte de empresas utilizan modelos hipsométricos para poder estimar la altura total en plantaciones forestales donde en esos modelos son incluidos como variables independientes al diámetro, altura dominante de la especie, índice local y la edad. La alternativa más frecuente consiste en correlacionar la altura de los árboles individuales con sus diámetros a 1.30 m del suelo (Leite et al. 2011). Estudios de Avery y Burkhart (1994) indican que el diámetro puede ser utilizado para la clasificación de la capacidad productiva por estar más relacionada con el área basal y el volumen que la altura dominante.

El índice local es utilizado como inputs en modelos de crecimiento y producción (Clutter 1963) donde los modelos asumen que el crecimiento depende de la edad, grado de ocupación en área (generalmente área basal) y de la capacidad productiva del sitio; por lo anteriormente expuesto con el presente trabajo de investigación busca determinar los diámetros dominantes en la calidad de sitio de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken en plantaciones agroforestales en el distrito de San José del Alto estableciendo clases productivas y permitiendo identificar dificultades de manejo de producción forestal, de esta manera solucionar esta problemática y enfatizar en la calidad de sitio.

El objetivo general de la investigación fue evaluar la influencia de la calidad de sitio en la dominancia diamétrica de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken en

plantaciones agroforestales de café del distrito de San José del Alto, provincia de Jaén, región de Cajamarca; y los objetivos específicos fueron:

- Realizar mediciones de variables dasométricas en plantaciones agroforestales con *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken.
- Ajustar con modelación matemática, la construcción de índice sitio y estimar alturas y diámetros dominantes para diferentes edades de las plantaciones.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Históricamente, las curvas de índice de sitio fueron diseñados con una sola especie, para una región dada sobre determinado régimen de gestión. Con la llegada de las plantaciones, existe la necesidad de agrupar con patrones similares de desarrollo, bajo el mismo esquema de manejo. Conforme a Heger (1973), la edad índice considerada, el tipo de hábitat o ecorregión, la composición de los datos utilizados y la presencia de materiales genéticos resultan significativas en las construcciones de curvas de calidad de sitio. Los conceptos de índice de sitio fueron desarrollados y utilizados en Alemania en el siglo XIX y han sufrido, con el tiempo, los cambios de forma en su determinación, que actualmente se obtienen como una expresión de la altura media de árboles dominantes y codominantes, en relación con un índice de edad. La altura promedio de los árboles dominantes y/o codominante es generalmente aceptada como el factor calidad de la productividad de la madera más precisa y fácilmente medible de un área, ya que tiene una relación muy estrecha del volumen de producción (Machado 1978).

Existen varios estudios sobre la clasificación de la capacidad productiva de calidad de sitio mediante la construcción de curvas de índice local (Cruz et al. 2008; Leite et al. 2011; Jerez et al. 2011; Binoti et al. 2012; entre otros). En esos estudios, es posible verificar que en la mayoría de veces la clasificación es elaborada por el método de curva guía. El servicio forestal señala que el Perú aspira convertirse en importante proveedor de productos maderables a nivel global a partir de las plantaciones, poniéndose como meta que al año 2025 alcanzar los 2 millones de hectáreas reforestadas, lo que generaría poco más de 700 000 empleos directos. A eso hay que sumarle todos los empleos indirectos asociados a la transformación de la madera y al transporte.

Numerosas empresas e instituciones públicas como privadas están realizando trabajos de forestación y reforestación, aspirando a un negocio

rentable económicamente; por otro lado, existen las diferentes problemáticas que no se están teniendo en cuenta como manejo forestal en plantación pero que poco a poco se está llevando a la práctica. En el área de influencia del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH) – Loreto, se realizó la estimación de la calidad de sitio a partir de índices de sitio para la especie tornillo realizándose el método de la curva guía, descrito por Hugell (1991).

La ecuación de índice de sitio permitió clasificar las plantaciones forestales en tres calidades o clases de sitio: alta (I), media (II) y baja (III), cuyo ámbito fue definido por la desviación estándar y el promedio de los valores de índice de sitio de todas las observaciones (Otárola 2001). En Ucayaly se evaluó el efecto del sitio en la productividad de 12 plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* Benth., con una extensión total de 5.72 ha. Se encontraron diferencias notables en las parcelas evaluadas, por lo que el estudio permitió generar una clasificación sobre la base del índice de sitio (Ugarte 2010). Avery y Burkhart (1994) mencionan que los diámetros dominantes también pueden ser usados en la clasificación de la capacidad productiva de calidad de sitio, donde en su estudio encontraron influencia de los diámetros dominantes. Posteriormente se realizaron estudios en las plantaciones de Brasil por Leite et al. (2011), donde realizaron comparaciones de la calidad de sitio utilizando la altura y diámetro dominante con el método de curva guía, concluyendo que los diámetros están influenciados por la calidad de sitio como variable independiente a la altura. Villanueva et al. (2016), también evalúa una comparación entre altura y diámetros dominantes en la calidad de sitio, estableciendo un análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos, concluyendo que el método de curva guía presenta mejores resultados en el índice local definidos preliminarmente por el diámetro dominante.

Ugarte y Domínguez (2010), realizaron una investigación de índice de sitio de la especie *Calycophyllum spruceanum* Benth en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la cuenca del Aguaytía

donde el objetivo fue evaluar el efecto del sitio en la productividad de 12 plantaciones con una extensión total de 5.72 ha. Estas plantaciones se distribuyen en 3 bloques coincidentes con la parte alta, media y baja de la cuenca del río Aguaytía, región Ucayali, Perú. Se aplicó el método dasométrico para conocer el estado actual de las plantaciones y su relación con las variables edáficas y de precipitación para identificar los potenciales sitios para plantaciones exitosas de *Calycophyllum spruceanum* Benth en la zona. Se calculó y definió el Índice de Sitio como el promedio de altura en metros del quintil más alto. El Índice de Sitio presentó una alta correlación con el área basal y el volumen maderable total. Se encontraron diferencias notables en las parcelas evaluadas por lo que el estudio permite generar una clasificación sobre la base del índice de sitio. Esta clasificación coincide con la agrupación por bloques y la altura de la cuenca en la mayoría de los casos. El crecimiento en el mejor bloque dio como resultado un incremento volumétrico de hasta  $13.349 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$

Jerez et al. (2010), realizaron una investigación donde establecieron curvas de índice de sitio basadas en modelos mixtos para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. F.), en el estudio usaron modelos lineales y no lineales mixtos para desarrollar curvas de índice de sitio para teca (*Tectona grandis* L. F.) en los Llanos Occidentales de Venezuela con datos de parcelas permanentes y temporales, abarcando más de 30 años de mediciones. El modelo de Schumacher en sus formas lineal y no lineal se ajustó usando variantes de efectos fijos y efectos mixtos. El análisis de los resultados muestra un mejor ajuste de los modelos no lineales mixtos respecto a los otros modelos en términos de sesgo y precisión, mostrando la conveniencia de usar modelos que consideren mediciones repetidas en una misma parcela. Las curvas de índice de sitio generadas muestran la variabilidad del crecimiento de esta especie en Venezuela en las áreas apropiadas para su establecimiento con un manejo tradicional.

Pereira et al (2008), realizaron un estudio que tuvo por objetivo evaluar las tendencias de crecimiento de variables de poblamiento y evaluar alternativas para construcción de curvas de índice de local para teca (*Tectona grandis*), en plantaciones localizados en la localidad de Tangará

da Serra – Mato Grosso. Para esto fueron utilizados datos de 50 parcelas permanentes con un mínimo de cuatro mediciones sucesivas. Las tendencias de crecimiento en altura, diámetro, área basal y volumen fueron analizadas por medio de análisis de regresión, utilizando el modelo Chapman-Richards. Dos métodos de construcción de curvas de índices de local, con diferentes modelos, fueron evaluados. Posterior al análisis se verifico que el modelo Chapman-Richards se ajustó bien a los datos observados. La mejor alternativa para construir curvas de índices de local fue el método de curva guía aplicando el modelo Chapman-Richards.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Especie de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken**

La familia Boraginaceae se encuentra en climas cálidos, templado (Gottwald 1983). La familia se divide en cuatro grandes grupos: Cordioideae, Ehretioideae, Heliotropioideae y Boraginoideae, considerados por la mayoría de los autores con el rango de subfamilia, aunque algunos los elevan a la categoría de familia. Dentro de la subfamilia Cordioideae se incluyen tres géneros de ámbito tropical: *Cordia*, *Patagonula* y *Auxemma*, donde el género *Cordia* presenta cerca de 400 especies, siendo el género más grande de la familia.

La especie en el bosque húmedo tropical y muy húmedo tropical, con precipitaciones mayores de 2000 mm anuales alcanza su máximo desarrollo, pero pueden crecer en zonas secas con alrededor de 1000 mm anuales (Pérez 1954). Tiene madera de alta calidad para ebanistería, ya que tiene un mayor grado de importancia económica (Cordero et al. 2003). Presenta un crecimiento inicial muy rápido en altura, generalmente durante los primeros 5 años de edad en sitios óptimos y en condiciones menos favorables, los incrementos medio anuales son aproximadamente 1.5 m en altura y 1.4 cm de diámetro a la altura del pecho (Catie 1994).

### **2.2.2. Clasificación de la capacidad productiva maderable**

La capacidad productiva de un sitio se refiere al potencial de ese lugar para producir madera u otro tipo de producto, sobre las condiciones ambientales y técnicas silviculturales empleadas. La clasificación de la capacidad productiva es construida por curvas de índices de local, siendo esos índices iguales a la altura dominante en una edad de referencia o edad índice. La altura de árboles dominantes es un buen indicador de la capacidad productiva (Campos y Leite 2013). Las curvas de índice local, pueden ser del tipo anamorfo, polimórfico y polimórfico desunido, dependiendo de los métodos de análisis y de la procedencia de los datos (Clutter et al. 1983).

### **2.2.3. Calidad de sitio**

La calidad de sitio es la base para el desarrollo de los sistemas de clasificación de terrenos de acuerdo con su capacidad productiva (Mora y Meza 2003) y se define como el potencial de producción de madera de un sitio para una determinada especie, donde a mejor calidad, mayor es la producción (Clutter et al. 1983).

El índice de sitio (IS) se define como la altura promedio de los árboles dominantes y codominantes ( $100 \text{ árboles ha}^{-1}$ ) a una edad base (Torres y Magaña 2001) considerando lo siguiente:

- 1) La altura mayor en un rodal monoespecífico y coetáneo es poco afectada por la densidad (árboles/ha).
- 2) El crecimiento en altura mayor del rodal seguirá un patrón determinado.
- 3) La altura mayor tiene buena correlación con la producción volumétrica.

La edad base permite etiquetar las curvas de índice de sitio, pudiendo fijarse como el turno de aprovechamiento o el máximo de la curva de incremento medio en altura (Zepeda y Rivero 1984).

En muchas clasificaciones de zonas forestales, el uso del concepto de sitio como una unidad ecológica primaria es bien establecido. El sitio es generalmente visto como un complejo integrado de todos los factores ambientales dentro de un área descrita (Louw y Scholes 2002).

En el contexto de la gestión forestal, la calidad del sitio ha sido definida como la potencial de producción de un sitio para una determinada especie. La calidad de sitio es uno de los factores más importantes en la determinación del crecimiento de los árboles y masas forestales, así como en la determinación de la producción local (Mora y Meza 2004).

#### **2.2.4. Método de construcción de curvas de índice de sitio**

Existen varios métodos, pero el más utilizado es el método de curva guía. Esta técnica paso a ser utilizada al final de los años 30, con la introducción en el medio forestal de la técnica de regresión múltiple lineal y no lineal. Este método se utiliza principalmente cuando se tiene datos de parcelas temporales o cuando se está trabajando con una especie de corta o larga rotación. Para la formación de las curvas de crecimiento en altura, el método de la curva guía es para ajustar los datos a una función seleccionada, para luego ir a una cierta edad para hacer referencia determinada para proceder a construir la curva (Martins 2006).

#### **2.2.5. Modelo para índice de sitio**

El uso de modelos matemáticos para describir el crecimiento en altura ha sido muy común. Entre los diversos modelos disponibles, la ecuación de Schumacher (1939), ha sido ampliamente utilizado con éxito en muchos trabajos como Scolforo (1992), Tonini et al. (2002) y Abreu et al (2002). Las formas simples y complejas del modelo de crecimiento Schumacher se utilizan a menudo para modelar el crecimiento en altura árboles del sitio. En su forma más simple, el modelo produce curvas anamórfico en relación con la calidad del sitio.

Este modelo es comúnmente expreso en la siguiente forma logarítmica:

$$\text{Ln}H_i = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{I}\right)$$

Donde:

$H_i$ : altura del árbol en la edad  $i$ ,

$I$ : edad del árbol;

$\beta_i$ : parámetros a ser estimados.

El modelo en función al índice de sitio se expresa de la siguiente forma:

$$H_{\text{dom}} = S * \frac{e^{\beta_1 \left(\frac{1}{I}\right)}}{e^{\beta_1 \left(\frac{1}{I_0}\right)}}$$

Donde:

H<sub>dom</sub>: altura dominante del árbol,

I: edad del árbol;

β<sub>i</sub>: parámetros a ser estimados.

S: índice de sitio

### **2.2.6. Aplicación de análisis estadístico**

El coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) es una prueba estadística que expresa la variación en porcentaje de los valores observados de un modelo que explica la ecuación resultante. Se utiliza con frecuencia cuando se emplea el método de los mínimos cuadrado en las estimaciones de los parámetros de los modelos. El análisis gráfico de la distribución residual entre la variable dependiente observada y estimado constituyen de gran importancia en la eficacia del modelo, permitiendo que se verifique el ajuste de la ecuación en todo el rango de los datos observados (Schneider 1998). El examen visual de los gráficos es una opción informal y subjetiva para analizar la distribución de la regresión de residuos (Scolforo 1993).

## **2.3. Conceptos básicos**

### **2.3.1. Calidad de sitio**

Se entiende por calidad de sitio a la capacidad productiva de un área, y comúnmente se refiere al volumen de madera producido por una masa forestal cuando llega a la edad del turno. Se puede cuantificar mediante el índice de sitio, que es una representación gráfica que describe la relación entre la altura dominante y la edad de un rodal o árbol individual (Prodan et al. 1997).

### **2.3.2. Método curva guía**

Este ha sido el método más tradicional de construcción de funciones de índice de sitio anamórficas (Prodan et al., 1997). A partir de una relación única para todos los datos de altura o dap, sobre edad, se deriva por el principio de proporcionalidad constante, el resto de las funciones. (Contreras 2007).

### **2.3.3. Diámetro dominante**

Leite et al. (2011) definieron en su trabajo, diámetro dominante como la media aritmética de los diámetros de 5 árboles dominantes por parcela. Por árbol dominante los autores entendieron aquello que en una primera medición, Estaban sanos, con un eje bien definido, sin bifurcación y tortuosidad, sin daños y con el dosel ubicado en el dosel superior, recibiendo radiación solar directa.

### **2.3.4. Plantaciones agroforestales**

Constituyen asociaciones diversas de árboles, arbustos, cultivos agrícolas, pastos y animales. Se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas (Ramírez 2005).

### **2.3.5. Capacidad productiva**

La capacidad productiva de una plantación es una aproximación de la producción registrada (Arcila et al. 2010).

### **2.3.6. Modelos de regresión**

Es un modelo matemático que busca determinar la relación entre una variable dependiente (Y) con respecto a otras variables llamadas explicativas o independientes (X) (<https://economipedia.com/definiciones/modelo-deregresion.html>).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en cuatro parcelas de asociación agroforestal entre café (*Coffe arabica*) y laurel (*Cordia alliodora* Ruíz & Pavon Oken) en los caseríos de Buenos Aires la Laguna y Huaguaya Grande del distrito de San José del Alto que se ubica en el extremo nor-occidental de la provincia de Jaén, región Cajamarca. El distrito abarca una superficie de 634,11 km<sup>2</sup>; la capital del distrito se encuentra a 1500 m s.n.m. Los caseríos donde se ejecutó el presente trabajo de investigación se encuentran ubicados de 1000 a 1500 m s.n.m. presenta un clima semi templado durante casi todo el año con lluvias pronunciadas durante los meses de enero a abril y con la presencia de vientos fríos en los meses de junio a julio. (Municipalidad distrital de San José del Alto - Compendio estadístico Perú 2016 - INEI)

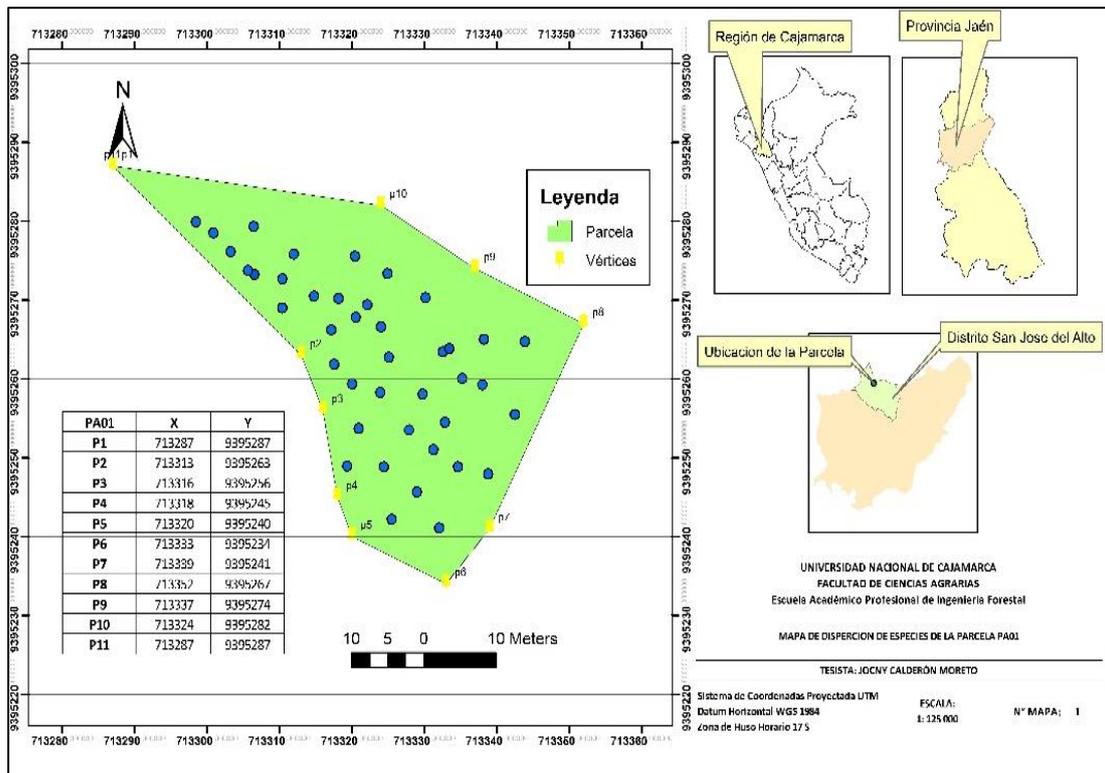


Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela PA01

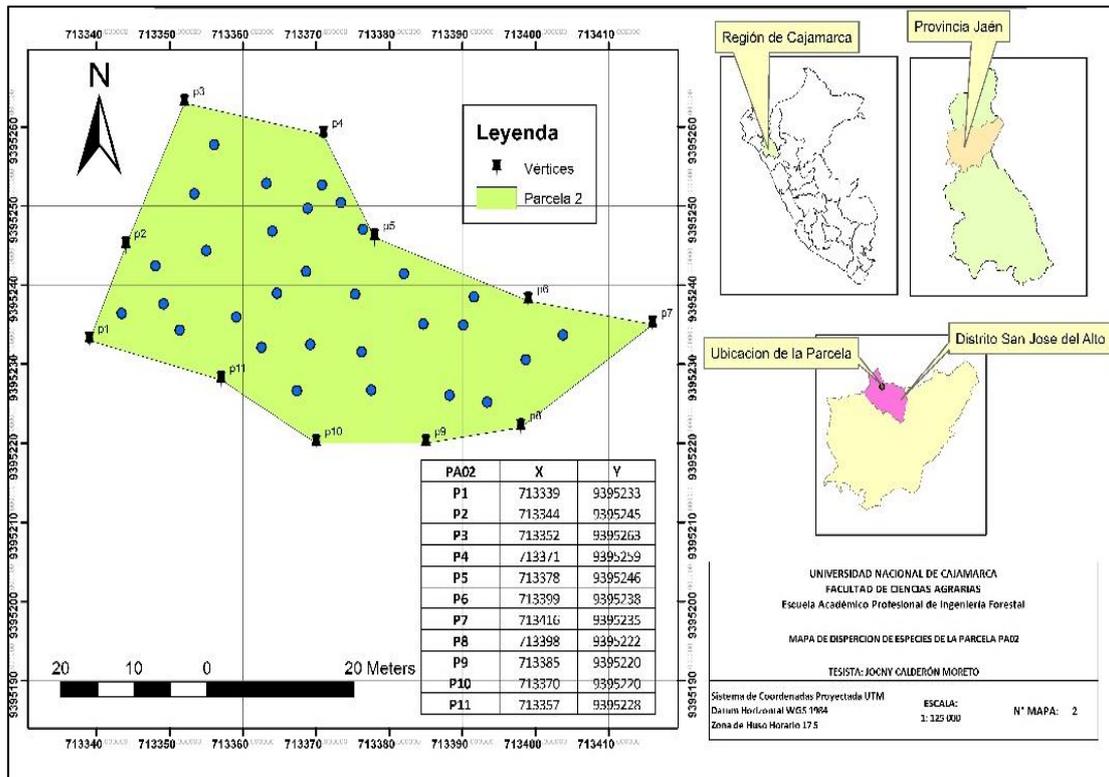


Figura 2. Mapa de ubicación de la parcela PA02

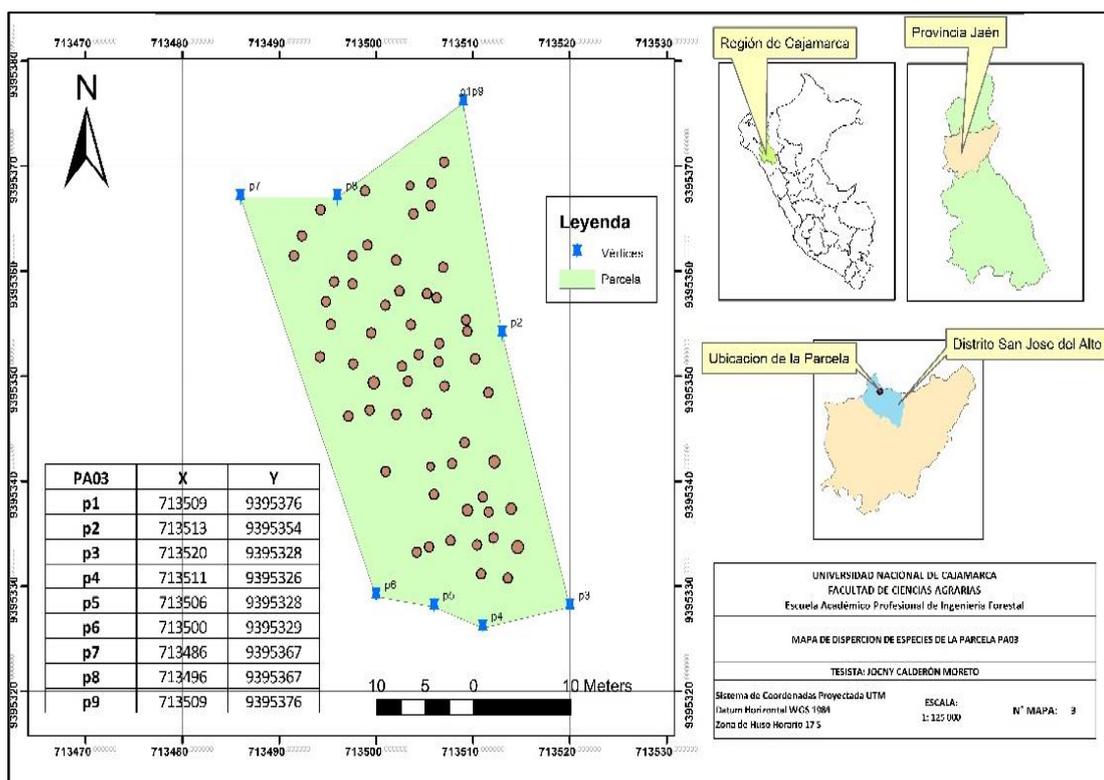


Figura 3. Mapa de Ubicación de la parcela PA03

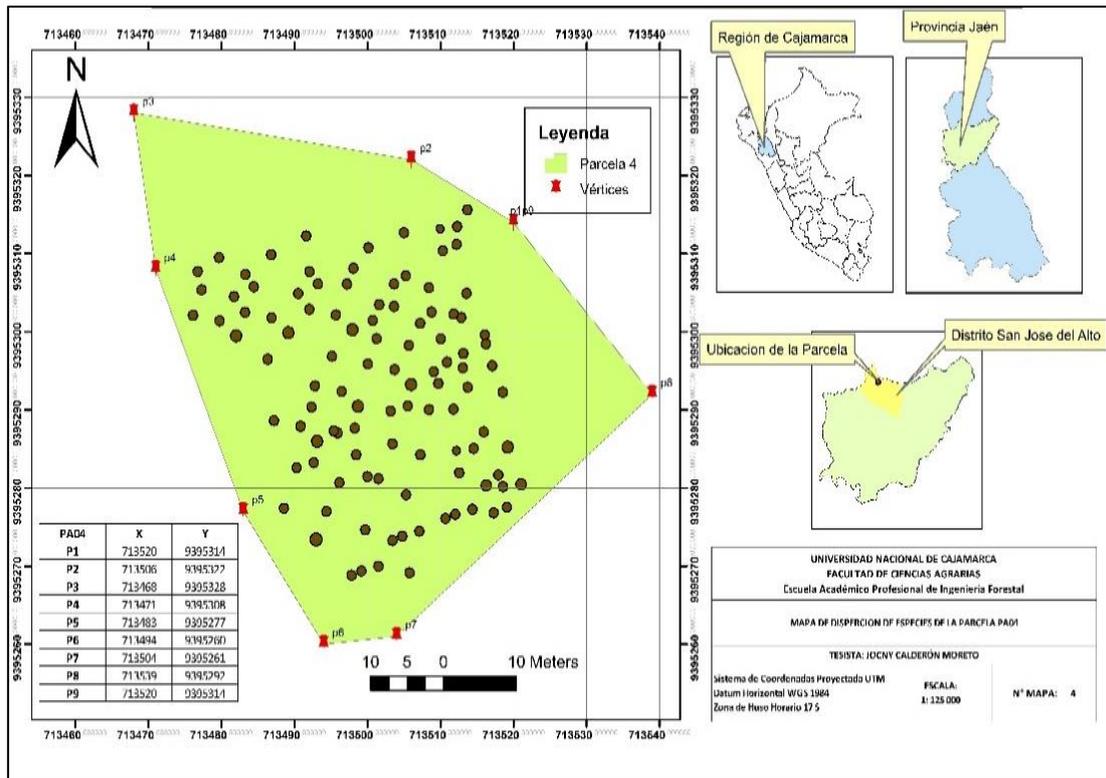


Figura 4. Mapa de ubicación de la Parcela PA04

## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Materiales y equipos de campo

**Material biológico:** árboles de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken.

**Material de campo:** cinta métrica, cinta mastic, plumón indeleble, sorbetes.

**Equipos:** receptor GPS, nivel de abney, forcípula

### 3.2.2. Materiales y equipos de gabinete

**Material de gabinete:** computadora portátil e impresora/scanner.

**Material informático:** Software Microsoft Office 2016, Statistica 13, Arcgis 10.4.1 y Base Camp.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Trabajo de campo**

##### **a) Delimitación de las parcelas de evaluación**

En las áreas seleccionadas, se diseñaron parcelas de acuerdo al área de cada productor. Teniendo en cuenta la altitud donde se encuentren las parcelas, debe variar entre los 1000 a 1500 m s.n.m, a fin de evaluar la variabilidad del crecimiento del laurel, buscando demostrar su capacidad productiva.

##### **b) Levantamiento de las áreas de estudio**

Luego de la delimitación de las parcelas, se hizo el levantamiento de las coordenadas UTM con Datum Horizontal WGS 84, con la ayuda del receptor GPS; información que sirvió para la elaboración de mapas utilizando el Software ArcGis 10.4.1 y Base Camp.

##### **c) Información dasométrica**

La información dasométrica (dap, altura total y altura comercial) fue recopilada en dos etapas: la primera que consistió en recopilación de información de años anteriores (año 2000, 2008, 2009 y 2010) de las parcelas permanentes de los productores, donde durante los años señalados se realizaron inventarios al 100%, la información recopilada fue certificada por personal técnico de las asociaciones cafetaleras que realizaron los inventarios. La segunda etapa consistió en la realización de un inventario actual (año 2017) para obtener mayor información dasométrica las variables que se registraron durante el inventario fueron el Dap (cm) y altura total (m).

### 3.3.2. Trabajo de gabinete

#### a) Ordenamiento y procesamiento de datos

Los datos colectados en campo, se insertaron en una hoja de cálculo (Microsoft Excel), donde se ordenaron y acumularon estos datos luego se procesó y produjo la información necesaria, generando capacidades de manejo correcto informativo y distributivo. (Anexo)

#### b) Construcción de la curva de índices locales

Se aplicó el método de curva guía por ser el más difundido y aplicativo por las empresas brasileras y que muestra la estimativa del crecimiento medio a lo largo del tiempo (Campos y Leite 2013), donde se seleccionó el modelo de regresión usando las variables de altura dominante (Hd) y edad (I):

$$\text{Ln}(Hd) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{I}\right) + \varepsilon$$

$$\text{Ln}(S) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{I_i}\right) + \varepsilon$$

Establecida en una ecuación:

$$\text{Ln}(S) = \text{Ln}(Hd) - \beta_1 \left[ \left(\frac{1}{I}\right) - \left(\frac{1}{I_i}\right) \right] + \varepsilon$$

Donde:

Hd: altura dominante; en metros

I: edad de la plantación, en meses;

I<sub>i</sub>: edad índice de la plantación; en meses;

Ln: Logaritmo neperiano;

β<sub>i</sub>: parametro de regresión (i=0, 1); y

ε: error aleatorio, considerado igual a 0.

Para la construcción de las curvas de índices locales con diámetros dominantes se aplicó el mismo método que para alturas dominantes, el método de curva guía, fue realizado por primera vez por Avery y Burkhart (1994) encontrando relaciones del índice de sitio con el diámetro dominante.

**c) Tablas de límites de alturas dominantes**

Se construyó una tabla de clasificación conteniendo los límites de alturas dominantes para cada índice local y clase de capacidad productiva que permita entender de forma más precisa y eficiente la clasificación, de acuerdo a lo establecido por Campos y Leite (2013).

**d) Análisis estadístico**

Su efectividad del modelo de programación lineal se estableció con el análisis del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y con el Software Statistica 13.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Índice de sitios para la clasificación productiva de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken

Tabla 1. Índice de sitio a partir de los diámetros dominantes en la clasificación productiva de la especie

Condición	Calidad de Clase	Índice de Sitio (cm)	Amplitud de índice de sitio (cm)
Buena	I	30.5	29 – 32
Regular	II	24.5	23 – 26
Mala	III	18.5	17 – 20

En la tabla 1, se observa el índice de sitio en la clasificación productiva de la especie de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken, estratificado por clases a partir de los diámetros dominantes, donde la Clase I presenta un índice de sitio de 30.5 cm y amplitud de clase de 29 a 32 cm, la Clase II con 24.5 cm y amplitud de clase de 23 a 26 cm y la Clase III con 18.5 cm y amplitud de clase de 17 a 20 cm.

Tabla 2. Índice de sitio a partir de las alturas dominantes en la clasificación productiva de la especie

Condición	Calidad de Clase	Índice de Sitio (metros)	Amplitud de índice de sitio (metros)
Buena	I	14.5	14 – 15
Regular	II	12.5	12 – 13
Mala	III	10.5	10 – 11

En la tabla 2, se observa el índice de sitio a partir de las alturas dominantes, donde la Clase I, presenta un índice de sitio de 14.5 metros, la Clase II, un índice de sitio de 12.5 metros y la Clase III, un índice de sitio de 10.5 metros.

Tabla 3. Índice de sitio medio de la especie *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavon) Oken en los sectores analizados

Parcela	Diámetros dominantes		Alturas dominantes	
	Índice de sitio (cm)	Calidad de clase	Calidad de clase	Índice de sitio (m)
<b>PA01</b>	18.98	III	III	10.54
<b>PA02</b>	31.72	I	II	11.87
<b>PA03</b>	16.02	III	II	10.81
<b>PA04</b>	27.58	I	I	13.98

En la tabla 3, se aprecia el índice de sitio dominante de diámetros y alturas de las parcelas evaluadas estratificadas por su capacidad productiva donde la parcela PA01 para diámetros dominantes pertenecen a la Clase III con un índice de sitio de 18.98 cm y para alturas dominantes a la Clase III con un índice de sitio de 10.54 m, la parcela PA02 para diámetros dominantes pertenecen a la Clase I con un índice de sitio de 31.72 cm y para alturas dominantes a la Clase II con índice de sitio de 11.87 m, la parcela PA03 con diámetros dominantes a la Clase III con un índice de sitio de 16.02 cm y con alturas dominantes a la Clase II con índice de sitio de 10.81 m, la parcela PA04 con diámetros dominantes que pertenece a la Clase I con índice de sitio de 27.58 cm y con alturas dominantes pertenece a la Clase I con índice de sitio de 13.98 m; dichos resultados se pueden observar a mayor detalle en el (Anexo 1).

#### 4.1.2. Tablas de límites

Las curvas de índice local son utilizadas con propósito ilustrativo, por ello la forma más precisa y eficiente de clasificación, es la elaboración de tablas conteniendo los límites de los diámetros dominantes para cada clase. En la tabla 4, se muestra los límites de los diámetros dominantes estimado en relación a su edad. Así mismo, en la Tabla 5 se muestran los límites de las alturas dominantes estimadas en relación a su edad.

Tabla 4. Límites de diámetros dominantes en relación a su edad (de 1 a 18 años)

EDAD (meses)	CLASE III; S=18.5		CLASE II S=24.5		CLASE I S=30.5	
	17	20	23	26	29	32
12	1.4291	1.6813	1.9335	2.1857	2.4379	2.6901
24	5.3847	6.3350	7.2852	8.2355	9.1857	10.1360
36	8.3791	9.8577	11.3364	12.8151	14.2937	15.7724
48	10.4523	12.2969	14.1414	15.9859	17.8304	19.6750
60	11.9350	14.0412	16.1474	18.2535	20.3597	22.4659
72	13.0386	15.3395	17.6404	19.9413	22.2422	24.5432
84	13.8887	16.3397	18.7906	21.2416	23.6925	26.1435
96	14.5626	17.1324	19.7023	22.2721	24.8420	27.4119
108	15.1092	17.7755	20.4418	23.1081	25.7744	28.4408
120	15.5612	18.3073	21.0534	23.7994	26.5455	29.2916
132	15.9410	18.7542	21.5673	24.3804	27.1936	30.0067
144	16.2647	19.1349	22.0052	24.8754	27.7456	30.6159
156	16.5437	19.4631	22.3826	25.3021	28.2215	31.1410
168	16.7866	19.7489	22.7113	25.6736	28.6359	31.5983
180	17	20	23	26	29	32
192	17.1890	20.2223	23.2557	26.2890	29.3224	32.3557
204	17.3574	20.4205	23.4836	26.5467	29.6098	32.6728
216	17.5086	20.5983	23.6881	26.7778	29.8676	32.9573

Tabla 5. Límites de alturas dominantes en relación a su edad (de 1 a 18 años)

EDAD (meses)	CLASE III; S=10.5		CLASE II, S=12.5		CLASE I, S=14.5	
	10	11	12	13	14	15
12	0.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.45
24	1.97	2.17	2.37	2.57	2.76	2.96
36	3.68	4.05	4.42	4.79	5.16	5.53
48	5.03	5.54	6.04	6.54	7.05	7.55
60	6.07	6.68	7.28	7.89	8.50	9.10
72	6.88	7.56	8.25	8.94	9.63	10.31
84	7.52	8.27	9.02	9.77	10.52	11.28
96	8.04	8.84	9.64	10.45	11.25	12.06
108	8.47	9.31	10.16	11.01	11.85	12.70
120	8.83	9.71	10.59	11.47	12.36	13.24
132	9.13	10.05	10.96	11.87	12.78	13.70
144	9.39	10.33	11.27	12.21	13.15	14.09
156	9.62	10.59	11.55	12.51	13.47	14.43
168	9.82	10.81	11.79	12.77	13.75	14.73
180	10	11	12	13	14	15
192	10.16	11.17	12.19	13.20	14.22	15.24
204	10.30	11.33	12.36	13.39	14.42	15.45
216	10.42	11.47	12.51	13.55	14.59	15.64

La tabla 4 y la tabla 5 se aprecian los datos tanto de altura y diámetro estimados con el modelo establecido. Las curvas de índice local son utilizadas con el propósito ilustrativo que se obtiene a partir de las tablas límites de diámetro y altura dominante que consiste en la aplicación del modelo establecido en diferentes edades e índice de clase; cada clase engloba 4 índices locales siendo usadas para la estratificación forestal. Para ambos casos la edad índice fue de 180 meses variando su clasificación productiva, en altura las clasificaciones productivas fueron: Clase I = 10.5 m, Clase II = 12.5 m, Clase III = 14.5 m; así mismo para diámetro la clasificación productiva fue Clase I = 18.5 cm, Clase II = 24.5 cm, Clase III = 30.5 cm.

#### 4.1.3. Construcción de curvas de índice de sitio

En base a los límites de diámetros dominantes estimado, la amplitud de los datos a la edad índice y mediante el empleo de las funciones de sitio, se desarrolló las curvas de índice de sitio de sistemas de curvas anamórficas, considerándose una equidistancia de 3 cm y 2 curvas por cada clase media. En la Figura 1, se observa la curva de índice de sitio del modelo de curva guía y los pares de  $D_{dom}$  (cm) y edad (meses) de las parcelas permanentes.

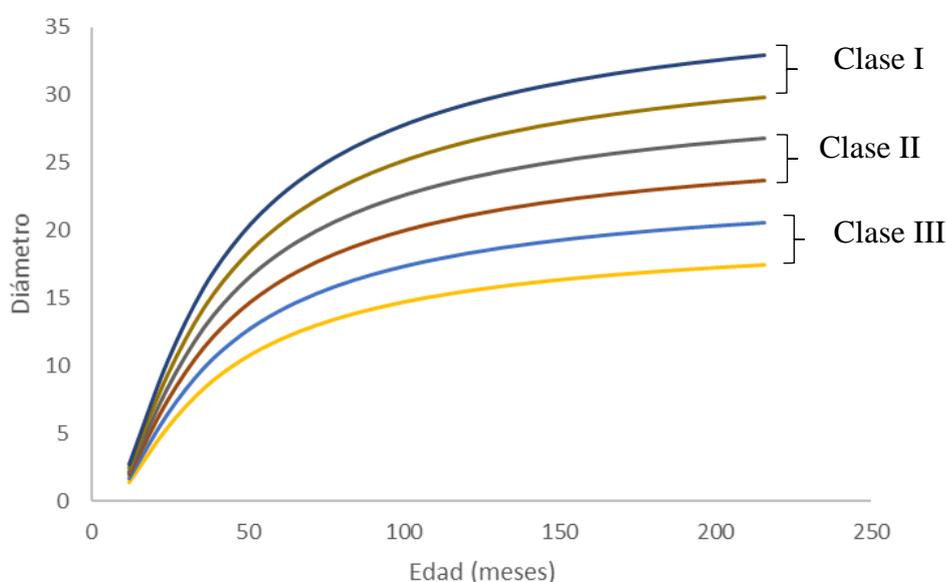


Figura 5. Gráfica de curvas de índice de sitio para diámetros dominantes empleado con el modelo de curva guía

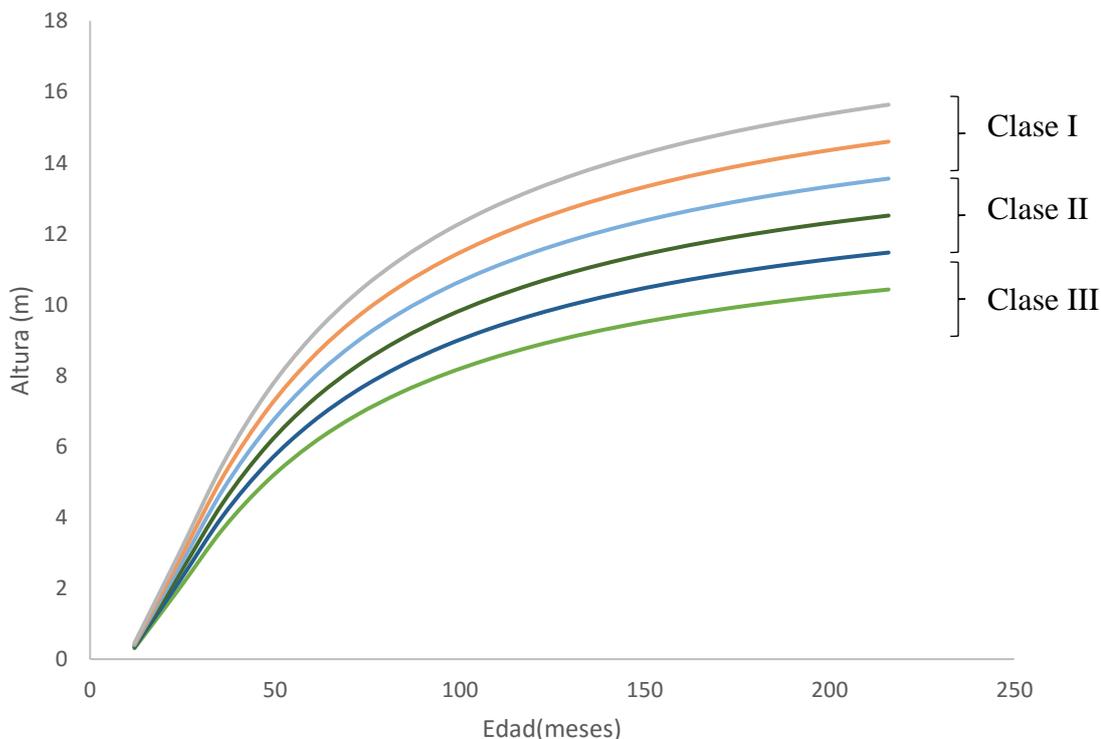


Figura 6. Gráfica de curvas de índice de sitio para alturas dominantes empleado con el modelo de curva guía

Las curvas de índice local son construidas por medio de la ecuación establecida efectuada en la tabla límites de alturas dominantes, que tiene una función ilustrativa de modo cualitativo la capacidad productiva de la especie, cada curva representa el índice local de las variables altura y diámetro que se expresan con una tendencia sigmoide, la edad índice es escogida arbitrariamente que por lo general debe ser próxima a la edad técnica de corta, ésta clasificación es dependiente a la edad índice (180 meses).

#### 4.1.4. Resultado estadístico

Efectuado los ajustes de los pares de datos Diámetro dominante ( $D_{dom}$ ) – edad, mediante el método de curva guía, presentando factibilidad con coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 77.7 % mayor del 70 % lo cual indica una alta confiabilidad del modelo utilizado para los datos procesados.

## 4.2. Discusión

La especie de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken, es una especie que forma parte de los sistemas agroforestales en la provincia de Jaén, tienen un rango de cosecha que va entre los 15 y 20 años, valor que le otorgan los productores cafetaleros. Valdivieso (1997) indica que la edad de corta para la especie *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken en sistemas agroforestales son a partir de 9.6 años y 19.4 años dependiente al uso que se le dé a la madera; sin embargo, para la realización del presente trabajo de investigación, se estableció una edad índice de 18 años, estableciendo el criterio de cosecha de la madera de los propios productores y que es edad de referencia de la especie escogida arbitrariamente que, por lo general, es próxima a la edad técnica de corta (Campos y Leite 2013).

La construcción de la curva de índice local se realizó con el método de curva guía, modelo que ha sido usado en trabajos de clasificación de capacidad productiva por diferentes investigadores como Aguilar y Aguilar (1991), Quiñones (1995), Madrigal y Ramírez (1995), Moreno (1996) y Franco (2001), siendo el método más aplicado por su facilidad y factibilidad en las estimaciones, donde se definieron tres calidades de sitios con la siguiente clasificación: Clase I (Buena), Clase II (Regular) y Clase III (Mala). En el presente trabajo de investigación se evaluaron cuatro parcelas, donde para la calidad de clase de diámetros dominantes se obtuvo dos parcelas que pertenecen a la Clase III y dos parcelas a la Clase I y para la calidad de clase para alturas dominantes se aprecia que dos parcelas pertenecen a la Clase II, una parcela a la Clase III y una parcela a la Clase I (Tabla 3); las productividades son relativamente bajas, lo que puede ser influenciada por diversos factores, tales como ecológicos, edáficos, climáticos y manejo integrado a la especie (Campos y Leite 2013); sin embargo, al analizar la composición de las parcelas evaluadas, se observó que la distribución de los individuos es irregular, por lo tanto se puede decir que los resultados de una baja clase productiva se debe a la falta de un sistema de manejo de la especie, sin descartar la influencia de los factores edáficos y climáticos. La problemática de falta de la integración de un sistema de manejo en las parcelas agroforestales se debe a que los productores tienen a la madera como un producto de menor importancia ya que el cultivo que priorizan es el café

debido a que genera mejores aportes económicos en menos tiempo. Clutter et al. (1983), establece que se realizan manejos integrados a las especies arbóreas con el propósito de la explotación maderera de la especie, considerando que mientras se obtienen mejores calidades se obtendrá mayor producción. Estudios realizados por Chavarría (2013), indica que en sistemas agroforestales la calidad de sitio depende del espaciamiento inicial de los árboles, es decir que existe gran influencia en el factor ecológico.

En el estudio se usaron como variables, al diámetro dominante con relación a la edad, presentando un coeficiente de determinación factible de  $R^2=0.777$ , y con ello calificar la productividad de un lugar y poder destituir la variable de la altura dominante, donde se obtuvo índices de sitios de 18.5, 24.5 y 30.5 cm con curvas consistentes de amplitud de diámetros dominantes observados. El tipo de curva que presenta el modelo es anamórfica, donde la tendencia del crecimiento en diámetro es la misma en todas las clases. Resultados favorables también se obtuvieron por Villanueva (2016) que realizó un análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos, donde indica que el método de la curva guía con la variable de diámetro dominante es el que más se adecua para una clasificación de un lugar; así mismo Leite et al. (2011), indica que empleando la variable del diámetro dominante para la clasificación de un sitio, los datos se ajustaron factiblemente, lo que indica que para poder clasificar un sitio de acuerdo a su índice, podemos reemplazar la variable de altura dominante con la variable de diámetro dominante, utilizando el método de curva guía, de tal manera permite un menor costo y tiempo en los inventarios forestales.

En el presente trabajo de investigación el método de curva guía presenta un coeficiente de determinación aceptable con 0.77 lo que indica que el modelo es aceptable para la especie evaluada, sin embargo en un estudio realizado por Jérez et al. (2010) en donde aplica diferentes modelos lineales y no lineales del autor Schumacher en la especie *Tectona grandis* logró determinar que para esta especie el método de curva guía presentó una clasificación de índice de sitio; así mismo, Crechi et al. (2011) en argentina evaluaron funciones de índice de sitio para *Eucalyptus grandis* determinando que se lograron buenos ajustes con el método de la curva Guía.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Se evaluó la influencia de la calidad de sitio en la dominancia diamétrica de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken en plantaciones agroforestales de café del distrito de San José del Alto, provincia de Jaén, región de Cajamarca, utilizando el método de curva guía.

El índice de sitio determinado en las parcelas agroforestales de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken, en los sectores estudiados, permitió diferenciar y estratificar la clasificación productiva fijando valores de 18.5, 24.5 y 30.5 cm en relación a la edad y diámetro dominante.

El método de curva guía, permitió establecer ajustes en relación al diámetro dominante y edad de la plantación, estableciendo curvas anamórficas considerándose una equidistancia de 3 cm y 2 curvas por cada clase media.

El modelo de curva guía empleado en la investigación presenta un coeficiente de determinación 77.7 %, que se encuentra por encima del 70 %, lo cual indica que el modelo empleado es aceptable para este sitio.

### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda aplicar modelos matemáticos de otros autores de estudio a las parcelas evaluadas para poder tener mayor amplitud de decisiones en el manejo de las parcelas agroforestales evaluadas.

Se recomienda utilizar la variable DAP en reemplazo de la variable altura debido a que los valores obtenidos en el presente trabajo son valores semejantes por lo tanto son aceptables, ya que usando la variable DAP se puede minimizar los costos en inventario forestales y se puede hacer un estudio más rápido y confiable.

Se recomienda que el SENAMHI instale una estación meteorológica con el fin de obtener información climática concisa y precisa para posteriores investigaciones y para tener una normalización de datos climatológicos de éste distrito.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, E. C. R., Scolforo, J. R. S., Oliveira, A. D. D., Mello, J. M. D., & Kanegae Júnior, H. 2002. Modelagem para prognose precoce do volume por classe diamétrica para *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, N° 61, p. 86-102.
- Alcântara, A. M. 2016. Análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos. *Naturaleza y Sociedad*, 1(1).
- Avery, T. E., & Burkhart, H. E. 1994. Forest mensuration. *New York, McGraw-Hill*, 196(7), 2.
- Binoti, D. H. B., da Silva Binoti, M. L. M., & Leite, H. G. 2012. Aplicação da função hiperbólica na construção de curvas de índice de local. *Revista Árvore*, 36(4), 741-746.
- Campos, J. C. C. y Leite, H. G. 2013. Mensuração florestal: Perguntas e respostas. 4. ed. Viçosa: UFV. 605 p.
- Catie. 1994. Laurel (*Cordia alliodora* R y P) Oken, especie de árbol de uso múltiple en América central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47p. (Serie Técnica. Informe Técnico N° 239).
- Clutter, J. L. 1963. Compatible growth and yield models for loblolly pine. *Forest science*, 9(3), 354-371.
- Clutter, J. L., Fortson, J. C., Pienaar, L. V., Brister, G. H., & Bailey, R. L. 1983. Timber management: a quantitative approach. John Wiley & Sons, Inc.
- Cordero, J; Mesén, F; Montero, M; Stewart, J; Boshier, D; Chamberlain, J; Pennington, T; Hands, M; Hughes, C; Defletsen, G. 2003. Descripciones de especies de árboles nativos de América Central. En Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Eds. Cordero, J; Boshier DH. OFI-CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 473-476.

Cruz, J. P. D., Leite, H. G., Soares, C. P. B., Campos, J. C. C., Smit, L., & Nogueira, G. S. 2008. Curvas de crecimiento e de índice de local para povoamentos de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, Mato Grosso.

Gottwald, H. 1983. Wood anatomical studies of Boraginaceae (s.l.). I. Cordioideae. IAWA Bull. n.s. 4:161-178.

Heger, L. 1973. Effect of index age on the precision of site index. Canadian Journal of Forest Research , v.3, p.1-6.

Hugell, D. 1991. Modelos de predicción del crecimiento y rendimiento de: *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala*, en América Central. En: Serie Técnica N° 22. Turrialba (Costa Rica): CATIE. 57 p.

Jerez R. M., Moret B. A. Y., Carrero G. O. E., Macchiavelli, R. E., y Quevedo R. A. M. 2011. Curvas de índice de sitio basadas en modelos mixtos para plantaciones de teca (*Tectona grandis* LF) en los llanos de Venezuela. Agrociencia, 45(1), 135-145.

Leite, H., Castro, R., Silva, A., Júnior, C., Binoti, D., Castro, A. F., & Binoti, M. 2011. Classificação da capacidade produtiva de povoamentos de eucalipto utilizando diâmetro dominante. Silva Lusitana, 19(2), 181-195.

Louw, J. H y Scholes, M. 2002. Forest site classification and evaluation: a South African perspective. Forest Ecology and management, Amsterdam, N° 171, p. 153-168.

Machado S.A. 1978. Studies in Growth and Yield Estimation for *Pinus taeda* L. Plantations in the State of Paraná-Brazil. Dissertation. (Doctor of Philosophy). University of Washington. 170 p.

Martins, E. F. P. 2006. Curvas de índice de sitio para leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit] no agreste de Pernambuco.

Mora, F., y Meza, V. 2003. Curvas de índice de sitio para Teca (*Tectona grandis* Linn.) en la Vertiente del Pacífico de Costa Rica. *Plantaciones de Teca*, 1.

Mora, F., y Meza, V. 2004. Comparación del crecimiento en altura de la teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica con otros trabajos previos y con otras regiones

del Mundo. *Seminario y Grupo de Discusión Virtual en Teca (Tectona grandis L). Heredia, Costa Rica, [en línea]. (Cons. 24/12/2005).*

Otárola, E., Freitas, L., Linares, C., y Baluarte, J. 2001. Estimación de la Calidad de Sitio mediante “índices de sitio” para *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (tornillo) en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 12(1-2), 39-51.

Scolforo, J. R. 1992. Curvas de índice de sitio para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. IPEF, Lavras: ESAL / Departamento de Ciências Florestais N° 45, p.40-47.

Scolforo, J. R. 1993. *Mensuração florestal 4: avaliação da produtividade florestal através da classificação de sitio*. Lavras: ESAL / FAEPE. 138 p.

Schneider, P. R. 1998. *Análise de regressão aplicada à Engenharia florestal*. 2 ed. Santa María: UFSM/CEPEF. 236 p.

Schumacher, F. X. 1939. A new growth curve and its applications to timber-yield studies. *Journal Forestry*, Bethesda, v. 37, p. 819-820.

Selle, G.L. 2008. *Como classificar sítios florestais através da altura dominante do povoamento*. Colombo: Embrapa Florestas, 46 p.

Tiarks, A.; Nambiar, E. K. S; Cossalter, C. 1998. General background and research strategy. In: CIFOR. *Workshop Site management and productivity in tropical plantations, 2.*, Pietermaritzburg. [Proceedings...]. Pietermaritzburg, South Africa. 1998. c. 3. 11 p.

Tonini, H., Finger, C. A. G., Schneider, P. R., y Spathelf, P. 2002. Comparação gráfica entre curvas de índice de sitio para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* desenvolvidas no sul do Brasil. *Ciência Florestal*, 12(1), 143-152.

Torres, J. M., y Magaña, O. S. 2001. *Evaluación de plantaciones forestales*. Limusa.

Ugarte G., L. J., y Domínguez-Torrejón, G. 2010. Índice de Sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la Cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. *Ecología Aplicada*, 9(2), 101-111.

Villanueva, J. B., Casas, G. G., Leite, H. G., Santos, A. A., Júnior, C. A., & de Alcântara, A. M. 2016. Análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos. *Naturaleza y Sociedad*, 1(1).

Zepeda, B., y Rivero, B. 1984. Construcción de curvas anamórficas de Índice de Sitio: Ejemplificación del método de Curva Guía. *Rev. Ciencia Forestal*, 51, 1-38.

Zuñiga Hernández, J. V. 2014. Índice de sitio para tres especies de *Pinus* en plantaciones mixtas, Miahuatlán, Oaxaca.

# ANEXO

Anexo 1. Inventario de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken, donde DAP (diámetro a la altura del pecho), Dapd (diámetro a la altura del pecho dominante), Ht (altura total), Hc (altura comercial) Hd (altura dominante)

Nombre de la parcela	Código	Edad (años)	Edad(meses)	Dap	HC (m)	dap (cm)	Dap d	HT	Hd
PA 01	A1	5	60	0.210084034	4	21.0084034	13.701928	7	6
		8	96	0.257830405	6	25.7830405	15.806942	11	9
	A2	5	60	0.165520754	5	16.5520754	13.701928	6	6
		8	96	0.213267125	4	21.3267125	15.806942	8	9
	A3	5	60	0.229182582	6	22.9182582	13.701928	7	6
		8	96	0.276928953	10	27.6928953	15.806942	14	9
	A4	5	60	0.235548765	6	23.5548765	13.701928	7	6
		8	96	0.248281131	9	24.8281131	15.806942	12	9
	A5	5	60	0.171886937	5	17.1886937	13.701928	6	6
		8	96	0.190985485	8	19.0985485	15.806942	12	9
	A6	5	60	0.210084034	7	21.0084034	13.701928	8	6
		8	96	0.238731856	7	23.8731856	15.806942	10	9
	A7	5	60	0.232365674	8	23.2365674	13.701928	9	6
		8	96	0.235548765	12	23.5548765	15.806942	13	9
	A8	5	60	0.29284441	5	29.284441	13.701928	6	6
		8	96	0.302393685	5	30.2393685	15.806942	9	9
	A9	5	60	0.213267125	6	21.3267125	13.701928	7	6
		8	96	0.219633308	7	21.9633308	15.806942	10	9
	A10	5	60	0.15597148	6	15.597148	13.701928	7	6
		8	96	0.171886937	10	17.1886937	15.806942	12	9
	A11	5	60	0.168703845	7	16.8703845	13.701928	8	6
		8	96	0.175070028	9	17.5070028	15.806942	11	9
	A12	5	60	0.187802394	5	18.7802394	13.701928	6	6
		8	96	0.213267125	10	21.3267125	15.806942	13	9

A13	5	60	0.248281131	5	24.8281131	13.701928	6	6
	8	96	0.181436211	6	18.1436211	15.806942	8	9
A14	5	60	0.175070028	5.5	17.5070028	13.701928	7	6
	8	96	0.194168577	9	19.4168577	15.806942	12	9
A15	5	60	0.178253119	5	17.8253119	13.701928	6	6
	8	96	0.203717851	4	20.3717851	15.806942	8	9
A16	5	60	0.171886937	4	17.1886937	13.701928	5	6
	8	96	0.152788388	7	15.2788388	15.806942	11	9
A17	5	60	0.200534759	4	20.0534759	13.701928	5	6
	8	96	0.241914948	8	24.1914948	15.806942	11	9
A18	5	60	0.190985485	3.5	19.0985485	13.701928	5	6
	8	96	0.225999491	5	22.5999491	15.806942	8	9
A19	5	60	0.108225108	6	10.8225108	13.701928	7	6
	8	96	0.143239114	8	14.3239114	15.806942	11	9
A20	5	60	0.130506748	6	13.0506748	13.701928	7	6
	8	96	0.159154571	9	15.9154571	15.806942	12	9
A21	5	60	0.124140565	6.5	12.4140565	13.701928	8	6
	8	96	0.159154571	9	15.9154571	15.806942	11	9
A22	5	60	0.175070028	8	17.5070028	13.701928	9	6
	8	96	0.210084034	7	21.0084034	15.806942	9	9
A23	5	60	0.165520754	5	16.5520754	13.701928	6	6
	8	96	0.213267125	5	21.3267125	15.806942	8	9
A24	5	60	0.108225108	3	10.8225108	13.701928	4	6
	8	96	0.136872931	5	13.6872931	15.806942	6	9
A25	5	60	0.136872931	5	13.6872931	13.701928	7	6
	8	96	0.171886937	6	17.1886937	15.806942	8	9
A26	5	60	0.149605297	6	14.9605297	13.701928	7	6
	8	96	0.197351668	5	19.7351668	15.806942	8	9
A27	5	60	0.08912656	4	8.91265597	13.701928	5	6

		8	96	0.114591291	5	11.4591291	15.806942	7	9
	A28	5	60	0.108225108	6	10.8225108	13.701928	7	6
		8	96	0.13368984	7	13.368984	15.806942	9	9
	A29	5	60	0.08912656	5	8.91265597	13.701928	6	6
		8	96	0.127323657	6	12.7323657	15.806942	8	9
	A30	5	60	0.108225108	5	10.8225108	13.701928	7	6
		8	96	0.130506748	5	13.0506748	15.806942	7	9
	A31	5	60	0.146422205	5	14.6422205	13.701928	6	6
		8	96	0.152788388	6	15.2788388	15.806942	10	9
	A32	5	60	0.149605297	6	14.9605297	13.701928	7	6
		8	96	0.165520754	7	16.5520754	15.806942	11	9
	A33	5	60	0.070028011	4	7.00280112	13.701928	5	6
		8	96	0.085943468	5	8.59434683	15.806942	7	9
	A34	5	60	0.095492743	5	9.54927426	13.701928	6	6
		8	96	0.108225108	7	10.8225108	15.806942	8	9
	A35	5	60	0.130506748	6	13.0506748	13.701928	7	6
		8	96	0.149605297	7	14.9605297	15.806942	9	9
	A36	5	60	0.168703845	6	16.8703845	13.701928	8	6
		8	96	0.197351668	10	19.7351668	15.806942	12	9
	A37	5	60	0.127323657	6	12.7323657	13.701928	7	6
		8	96	0.149605297	8	14.9605297	15.806942	11	9
	A38	5	60	0.146422205	6	14.6422205	13.701928	7	6
		8	96	0.178253119	6	17.8253119	15.806942	11	9
	A39	5	60	0.08912656	4	8.91265597	13.701928	5	6
		8	96	0.108225108	5	10.8225108	15.806942	7	9
	A40	5	60	0.08912656	4	8.91265597	13.701928	5	6
		8	96	0.136872931	6	13.6872931	15.806942	8	9
	A41	5	60	0.130506748	5	13.0506748	13.701928	7	6
		8	96	0.168703845	5	16.8703845	15.806942	8	9

A42	5	60	0.127323657	6	12.7323657	13.701928	7	6
	8	96	0.149605297	6	14.9605297	15.806942	10	9
A43	5	60	0.054112554	1	5.41125541	13.701928	2	6
	8	96	0.085943468	4	8.59434683	15.806942	7	9
A44	5	60	0.13368984	5	13.368984	13.701928	7	6
	8	96	0.149605297	6	14.9605297	15.806942	8	9
A45	5	60	0.08912656	4	8.91265597	13.701928	6	6
	8	96	0.105042017	5	10.5042017	15.806942	8	9
A46	5	60	0.1114082	4	11.14082	13.701928	6	6
	8	96	0.120957474	5	12.0957474	15.806942	7	9
A47	5	60	0.130506748	6	13.0506748	13.701928	7	6
	8	96	0.152788388	5	15.2788388	15.806942	8	9
A48	5	60	0.159154571	4	15.9154571	13.701928	6	6
	8	96	0.197351668	6	19.7351668	15.806942	7	9
A49	5	60	0.143239114	5.5	14.3239114	13.701928	8	6
	8	96	0.15597148	5	15.597148	15.806942	7	9
A50	5	60	0.092309651	4	9.23096511	13.701928	5	6
	8	96	0.101858925	4	10.1858925	15.806942	5	9
A51	5	60	0.082760377	3	8.27603769	13.701928	6	6
	8	96	0.098675834	5	9.8675834	15.806942	7	9
A52	5	60	0.136872931	4.5	13.6872931	13.701928	7	6
	8	96	0.152788388	6	15.2788388	15.806942	9	9
A53	5	60	0.165520754	5	16.5520754	13.701928	7	6
	8	96	0.181436211	4	18.1436211	15.806942	11	9
A54	5	60	0.117774382	4	11.7774382	13.701928	6	6
	8	96	0.162337662	5	16.2337662	15.806942	8	9
A55	5	60	0.060478737	3.5	6.04787369	13.701928	3.5	6
	8	96	0.070028011	3	7.00280112	15.806942	5	9
A56	5	60	0.038197097	2	3.8197097	13.701928	2.5	6

		8	96	0.050929463	3	5.09294627	15.806942	5	9
	A57	5	60	0.063661828	3	6.36618284	13.701928	4.5	6
		8	96	0.076394194	5	7.6394194	15.806942	7	9
	A58	5	60	0.171886937	6	17.1886937	13.701928	8	6
		8	96	0.190985485	4	19.0985485	15.806942	9	9
	A59	5	60	0.095492743	4.5	9.54927426	13.701928	5	6
		8	96	0.108225108	6	10.8225108	15.806942	8	9
	A60	5	60	0.076394194	3	7.6394194	13.701928	4	6
		8	96	0.098675834	6	9.8675834	15.806942	7	9
	A61	5	60	0.162337662	5	16.2337662	13.701928	7.5	6
		8	96	0.194168577	8	19.4168577	15.806942	11	9
	A62	5	60	0.13368984	5	13.368984	13.701928	7	6
		8	96	0.149605297	8	14.9605297	15.806942	10	9
	A63	5	60	0.101858925	3	10.1858925	13.701928	5.5	6
		8	96	0.120957474	2	12.0957474	15.806942	5	9
	A64	5	60	0.098675834	3.5	9.8675834	13.701928	6	6
		8	96	0.120957474	5	12.0957474	15.806942	6	9
	A65	5	60	0.092309651	2.5	9.23096511	13.701928	4	6
		8	96	0.117774382	3	11.7774382	15.806942	5	9
	A66	5	60	0.092309651	3	9.23096511	13.701928	5	6
		8	96	0.1114082	4	11.14082	15.806942	5	9
	A67	5	60	0.063661828	2	6.36618284	13.701928	3	6
		8	96	0.079577285	3	7.95772855	15.806942	4	9
	A68	5	60	0.092309651	3	9.23096511	13.701928	5	6
		8	96	0.085943468	4	8.59434683	15.806942	7	9
	A69	5	60	0.082760377	4	8.27603769	13.701928	5	6
		8	96	0.082760377	3	8.27603769	15.806942	5	9
	A70	5	60	0.082760377	1.5	8.27603769	13.701928	2.5	6
		8	96	0.159154571	2	15.9154571	15.806942	6	9

A71	5	60	0.120957474	4	12.0957474	13.701928	6	6
	8	96	0.127323657	5	12.7323657	15.806942	7	9
A72	5	60	0.117774382	4	11.7774382	13.701928	5.5	6
	8	96	0.127323657	6	12.7323657	15.806942	8	9
A73	5	60	0.136872931	2	13.6872931	13.701928	6	6
	8	96	0.200534759	7	20.0534759	15.806942	10	9
A74	5	60	0.130506748	3.5	13.0506748	13.701928	5	6
	8	96	0.235548765	6	23.5548765	15.806942	8	9
A75	5	60	0.095492743	4	9.54927426	13.701928	5.5	6
	8	96	0.120957474	5	12.0957474	15.806942	6	9
A76	5	60	0.184619302	6	18.4619302	13.701928	8.5	6
	8	96	0.213267125	6	21.3267125	15.806942	10	9
A77	5	60	0.168703845	6	16.8703845	13.701928	8	6
	8	96	0.200534759	8	20.0534759	15.806942	11	9
A78	5	60	0.181436211	6.5	18.1436211	13.701928	8	6
	8	96	0.206900942	11	20.6900942	15.806942	12	9
A79	5	60	0.092309651	3	9.23096511	13.701928	4.5	6
	8	96	0.108225108	7	10.8225108	15.806942	11	9
A80	5	60	0.159154571	5	15.9154571	13.701928	7	6
	8	96	0.184619302	7	18.4619302	15.806942	10	9
A81	5	60	0.13368984	7	13.368984	13.701928	8.5	6
	8	96	0.152788388	9	15.2788388	15.806942	12	9
A82	5	60	0.152788388	5	15.2788388	13.701928	7.5	6
	8	96	0.168703845	6	16.8703845	15.806942	10	9
A83	5	60	0.092309651	4	9.23096511	13.701928	6	6
	8	96	0.105042017	6	10.5042017	15.806942	8	9
A84	5	60	0.130506748	4.5	13.0506748	13.701928	6	6
	8	96	0.13368984	6	13.368984	15.806942	9	9
A85	5	60	0.120957474	4	12.0957474	13.701928	5.5	6

	A86	8	96	0.143239114	7	14.3239114	15.806942	8	9
		5	60	0.213267125	2.5	21.3267125	13.701928	7	6
		8	96	0.13368984	5	13.368984	15.806942	7	9
	A87	5	60	0.162337662	3	16.2337662	13.701928	8	6
		8	96	0.194168577	7	19.4168577	15.806942	11	9
	PA 02	L1	22	264	0.257830405	6	25.7830405	32.663415	11
25			300	0.280112045	13	28.0112045	34.965035	15	14
L2		22	264	0.324675325	7	32.4675325	32.663415	12	12
		25	300	0.331041508	8	33.1041508	34.965035	12	14
L3		22	264	0.331041508	5	33.1041508	32.663415	11	12
		25	300	0.346956965	9	34.6956965	34.965035	13	14
L4		22	264	0.299210593	7	29.9210593	32.663415	10	12
		25	300	0.302393685	11	30.2393685	34.965035	16	14
L5		22	264	0.432900433	9	43.2900433	32.663415	15	12
		25	300	0.455182073	8	45.5182073	34.965035	12	14
L6		22	264	0.394703336	5	39.4703336	32.663415	13	12
		25	300	0.401069519	6	40.1069519	34.965035	10	14
L7		22	264	0.171886937	5	17.1886937	32.663415	9	12
		25	300	0.331041508	9	33.1041508	34.965035	14	14
L8		22	264	0.372421696	7	37.2421696	32.663415	11	12
		25	300	0.350140056	11	35.0140056	34.965035	14	14
L9		22	264	0.296027502	8	29.6027502	32.663415	13	12
		25	300	0.270562771	11	27.0562771	34.965035	14	14
L10		22	264	0.283295136	5	28.3295136	32.663415	12	12
		25	300	0.302393685	8	30.2393685	34.965035	14	14
L11		22	264	0.487012987	6	48.7012987	32.663415	15	12
		25	300	0.38197097	14	38.197097	34.965035	16	14
L12		22	264	0.378787879	7	37.8787879	32.663415	11	12
		25	300	0.531576267	15	53.1576267	34.965035	17	14

	L13	22	264	0.216450216	5	21.6450216	32.663415	8.5	12
		25	300	0.261013496	13	26.1013496	34.965035	15	14
PA 03	L1	7	84	0.162337662	6	16.2337662	12.86831	10	7.5104
		10	120	0.175070028	8	17.5070028	14.927372	10	10.2708
	L2	7	84	0.171886937	8	17.1886937	12.86831	12	7.5104
		10	120	0.175070028	7	17.5070028	14.927372	11	10.2704
	L3	7	84	0.130506748	4	13.0506748	12.86831	7	7.5104
		10	120	0.15597148	9	15.597148	14.927372	11	10.2708
	L4	7	84	0.149605297	8	14.9605297	12.86831	12	7.5104
		10	120	0.15597148	10	15.597148	14.927372	12	10.2708
	L5	7	84	0.151196842	5	15.1196842	12.86831	10	7.5104
		10	120	0.194168577	8	19.4168577	14.927372	12	10.2708
	L6	7	84	0.146422205	5	14.6422205	12.86831	8	7.5104
		10	120	0.165520754	9	16.5520754	14.927372	12	10.2708
	L7	7	84	0.130506748	6	13.0506748	12.86831	9	7.5104
		10	120	0.159154571	8	15.9154571	14.927372	10	10.2708
	L8	7	84	0.159154571	6	15.9154571	12.86831	8	7.5104
		10	120	0.194168577	10	19.4168577	14.927372	12	10.2708
	L9	7	84	0.120957474	4	12.0957474	12.86831	7	7.5104
		10	120	0.13368984	8	13.368984	14.927372	10	10.2708
	L10	7	84	0.140056022	8	14.0056022	12.86831	11	7.5104
		10	120	0.149605297	7	14.9605297	14.927372	10	10.2708
	L11	7	84	0.130506748	5	13.0506748	12.86831	8	7.5104
		10	120	0.15597148	7	15.597148	14.927372	10	10.2708
	L12	7	84	0.15597148	5	15.597148	12.86831	8	7.5104
		10	120	0.190985485	8	19.0985485	14.927372	10	10.2708
	L13	7	84	0.152788388	7	15.2788388	12.86831	10	7.5104
		10	120	0.175070028	8	17.5070028	14.927372	10	10.2708
	L14	7	84	0.159154571	8	15.9154571	12.86831	10	7.5104

		10	120	0.184619302	7	18.4619302	14.927372	12	10.2708
	L15	7	84	0.175070028	8	17.5070028	12.86831	11	7.5104
		10	120	0.184619302	9	18.4619302	14.927372	12	10.2708
	L16	7	84	0.15597148	5	15.597148	12.86831	8	7.5104
		10	120	0.184619302	7	18.4619302	14.927372	10	10.2708
	L17	7	84	0.149605297	4	14.9605297	12.86831	6	7.5104
		10	120	0.149605297	7	14.9605297	14.927372	10	10.2708
	L18	7	84	0.136872931	4	13.6872931	12.86831	8	7.5104
		10	120	0.143239114	6	14.3239114	14.927372	9	10.2708
	L19	7	84	0.152788388	6	15.2788388	12.86831	8	7.5104
		10	120	0.197351668	7	19.7351668	14.927372	10	10.2708
	L20	7	84	0.152788388	5	15.2788388	12.86831	7	7.5104
		10	120	0.190985485	8	19.0985485	14.927372	10	10.2708
	L21	7	84	0.168703845	6	16.8703845	12.86831	9	7.5104
		10	120	0.197351668	8	19.7351668	14.927372	11	10.2708
	L22	7	84	0.146422205	6	14.6422205	12.86831	7.5	7.5104
		10	120	0.159154571	8	15.9154571	14.927372	11	10.2708
	L23	7	84	0.140056022	6	14.0056022	12.86831	9	7.5104
		10	120	0.149605297	7	14.9605297	14.927372	12	10.2708
	L24	7	84	0.140056022	4	14.0056022	12.86831	6	7.5104
		10	120	0.168703845	9	16.8703845	14.927372	12	10.2708
	L25	7	84	0.15597148	8	15.597148	12.86831	9	7.5104
		10	120	0.143239114	8	14.3239114	14.927372	12	10.2708
	L26	7	84	0.095492743	2	9.54927426	12.86831	4	7.5104
		10	120	0.101858925	6	10.1858925	14.927372	7	10.2708
	L27	7	84	0.127323657	5	12.7323657	12.86831	7	7.5104
		10	120	0.165520754	8	16.5520754	14.927372	10	10.2708
	L28	7	84	0.1114082	2	11.14082	12.86831	6	7.5104
		10	120	0.13368984	6	13.368984	14.927372	12	10.2708

L29	7	84	0.13368984	4	13.368984	12.86831	5	7.5104
	10	120	0.165520754	6	16.5520754	14.927372	9	10.2708
L30	7	84	0.13368984	2	13.368984	12.86831	5	7.5104
	10	120	0.15597148	5	15.597148	14.927372	9	10.2708
L31	7	84	0.105042017	2	10.5042017	12.86831	5	7.5104
	10	120	0.143239114	7	14.3239114	14.927372	10	10.2708
L32	7	84	0.095492743	2	9.54927426	12.86831	5	7.5104
	10	120	0.1114082	7	11.14082	14.927372	9	10.2708
L33	7	84	0.082760377	2	8.27603769	12.86831	4	7.5104
	10	120	0.114591291	4	11.4591291	14.927372	6	10.2708
L34	7	84	0.08912656	2	8.91265597	12.86831	5	7.5104
	10	120	0.117774382	6	11.7774382	14.927372	9	10.2708
L35	7	84	0.057295646	1.5	5.72956455	12.86831	4	7.5104
	10	120	0.074802648	5	7.48026483	14.927372	7	10.2708
L36	7	84	0.060478737	1.5	6.04787369	12.86831	4	7.5104
	10	120	0.079577285	5	7.95772855	14.927372	6	10.2708
L37	7	84	0.054112554	2	5.41125541	12.86831	4	7.5104
	10	120	0.085943468	8	8.59434683	14.927372	10	10.2708
L38	7	84	0.092309651	2	9.23096511	12.86831	6	7.5104
	10	120	0.114591291	9	11.4591291	14.927372	11	10.2708
L39	7	84	0.073211103	2	7.32111026	12.86831	5	7.5104
	10	120	0.08912656	7	8.91265597	14.927372	10	10.2708
L40	7	84	0.108225108	4	10.8225108	12.86831	7	7.5104
	10	120	0.112999745	8	11.2999745	14.927372	11	10.2708
L41	7	84	0.140056022	8	14.0056022	12.86831	10	7.5104
	10	120	0.149605297	6	14.9605297	14.927372	9	10.2708
L42	7	84	0.057295646	2	5.72956455	12.86831	6	7.5104
	10	120	0.098675834	7	9.8675834	14.927372	12	10.2708
L43	7	84	0.143239114	6	14.3239114	12.86831	9	7.5104

	L44	10	120	0.162337662	7	16.2337662	14.927372	10	10.2708	
		7	84	0.152788388	6	15.2788388	12.86831	9	7.5104	
	L45	10	120	0.165520754	8	16.5520754	14.927372	10	10.2708	
		7	84	0.159154571	6	15.9154571	12.86831	9	7.5104	
	L46	10	120	0.184619302	7	18.4619302	14.927372	13	10.2708	
		7	84	0.095492743	3	9.54927426	12.86831	6	7.5104	
	L47	10	120	0.105042017	5	10.5042017	14.927372	7	10.2708	
		7	84	0.136872931	6	13.6872931	12.86831	8	7.5104	
	L48	10	120	0.149605297	9	14.9605297	14.927372	12	10.2708	
		7	84	0.136872931	6	13.6872931	12.86831	9	7.5104	
	<b>PA 04</b>	P1	10	120	0.149605297	7	14.9605297	14.927372	10	10.2708
			5	60	0.289661319	7	28.9661319	19.888637	10	9.2767
		P2	8	96	0.302393685	10	30.2393685	22.989309	13	10.1875
			5	60	0.229182582	6	22.9182582	19.888637	9	9.2767
		P3	8	96	0.240323402	12	24.0323402	22.989309	15	10.1875
			5	60	0.219633308	4	21.9633308	19.888637	7	9.2767
P4		8	96	0.270562771	14	27.0562771	22.989309	14	10.1875	
		5	60	0.210084034	7	21.0084034	19.888637	9	9.2767	
P5		8	96	0.280112045	9	28.0112045	22.989309	11	10.1875	
		5	60	0.245098039	6	24.5098039	19.888637	10	9.2767	
P6		8	96	0.257830405	6	25.7830405	22.989309	8	10.1875	
		5	60	0.254647313	10	25.4647313	19.888637	14	9.2767	
P7		8	96	0.261013496	9	26.1013496	22.989309	11	10.1875	
		5	60	0.197351668	6	19.7351668	19.888637	9	9.2767	
P8		8	96	0.200534759	7	20.0534759	22.989309	10	10.1875	
		5	60	0.229182582	6	22.9182582	19.888637	10	9.2767	
P9		8	96	0.267379679	7	26.7379679	22.989309	10	10.1875	
		5	60	0.280112045	3	28.0112045	19.888637	11	9.2767	
		8	96	0.334224599	9	33.4224599	22.989309	12	10.1875	

	P10	5	60	0.165520754	4	16.5520754	19.888637	8	9.2767
		8	96	0.195760122	5	19.5760122	22.989309	9	10.1875
	P11	5	60	0.261013496	6	26.1013496	19.888637	10	9.2767
		8	96	0.229182582	9	22.9182582	22.989309	10	10.1875
	P12	5	60	0.232365674	8	23.2365674	19.888637	12	9.2767
		8	96	0.273745862	10	27.3745862	22.989309	12	10.1875
	P13	5	60	0.222816399	5	22.2816399	19.888637	9	9.2767
		8	96	0.249872676	10	24.9872676	22.989309	12	10.1875
	P14	5	60	0.225999491	3	22.5999491	19.888637	10	9.2767
		8	96	0.262605042	10	26.2605042	22.989309	13	10.1875
	P15	5	60	0.117774382	4	11.7774382	19.888637	8	9.2767
		8	96	0.125732111	6	12.5732111	22.989309	8	10.1875
	P16	5	60	0.152788388	3	15.2788388	19.888637	11	9.2767
		8	96	0.308759868	7	30.8759868	22.989309	9	10.1875
	P17	5	60	0.289661319	4.5	28.9661319	19.888637	10	9.2767
		8	96	0.257830405	8	25.7830405	22.989309	10	10.1875
	P18	5	60	0.149605297	4	14.9605297	19.888637	8	9.2767
		8	96	0.194168577	8	19.4168577	22.989309	10	10.1875
	P19	5	60	0.178253119	3	17.8253119	19.888637	9	9.2767
		8	96	0.232365674	5	23.2365674	22.989309	8	10.1875
	P20	5	60	0.181436211	7	18.1436211	19.888637	9	9.2767
		8	96	0.241914948	6	24.1914948	22.989309	9	10.1875
	P21	5	60	0.184619302	4.5	18.4619302	19.888637	8	9.2767
		8	96	0.216450216	7	21.6450216	22.989309	9	10.1875
P22	5	60	0.181436211	3	18.1436211	19.888637	7	9.2767	
	8	96	0.229182582	8	22.9182582	22.989309	10	10.1875	
P23	5	60	0.168703845	4	16.8703845	19.888637	8	9.2767	
	8	96	0.219633308	7	21.9633308	22.989309	10	10.1875	
P24	5	60	0.146422205	3.5	14.6422205	19.888637	8	9.2767	

		8	96	0.163929208	5	16.3929208	22.989309	7.5	10.1875
	P25	5	60	0.124140565	3	12.4140565	19.888637	7	9.2767
		8	96	0.146422205	6	14.6422205	22.989309	9	10.1875
	P26	5	60	0.181436211	3	18.1436211	19.888637	8	9.2767
		8	96	0.210084034	5	21.0084034	22.989309	8	10.1875
	P27	5	60	0.184619302	5	18.4619302	19.888637	9	9.2767
		8	96	0.198943214	7	19.8943214	22.989309	9	10.1875
	P28	5	60	0.159154571	5	15.9154571	19.888637	7.5	9.2767
		8	96	0.195760122	8	19.5760122	22.989309	10	10.1875
	P29	5	60	0.120957474	3	12.0957474	19.888637	6	9.2767
		8	96	0.143239114	6	14.3239114	22.989309	8	10.1875
	P30	5	60	0.222816399	6	22.2816399	19.888637	12	9.2767
		8	96	0.261013496	10	26.1013496	22.989309	12	10.1875
	P31	5	60	0.222816399	6	22.2816399	19.888637	11	9.2767
		8	96	0.243506494	10	24.3506494	22.989309	12	10.1875
	P32	5	60	0.146422205	5	14.6422205	19.888637	9	9.2767
		8	96	0.168703845	9	16.8703845	22.989309	10	10.1875
	P33	5	60	0.15597148	7	15.597148	19.888637	10	9.2767
		8	96	0.176661574	8	17.6661574	22.989309	9.5	10.1875
	P34	5	60	0.184619302	4	18.4619302	19.888637	9	9.2767
		8	96	0.232365674	8	23.2365674	22.989309	10	10.1875
	P35	5	60	0.162337662	4	16.2337662	19.888637	8	9.2767
		8	96	0.205309396	7	20.5309396	22.989309	9	10.1875
	P36	5	60	0.076394194	2	7.6394194	19.888637	6	9.2767
		8	96	0.108225108	5	10.8225108	22.989309	6	10.1875
	P37	5	60	0.251464222	3	25.1464222	19.888637	8	9.2767
		8	96	0.275337408	4	27.5337408	22.989309	8.5	10.1875
	P38	5	60	0.060478737	2	6.04787369	19.888637	5	9.2767
		8	96	0.082760377	5	8.27603769	22.989309	8	10.1875

P39	5	60	0.057295646	2	5.72956455	19.888637	6	9.2767
	8	96	0.093901197	6	9.39011968	22.989309	10	10.1875
P40	5	60	0.13368984	4.5	13.368984	19.888637	8	9.2767
	8	96	0.152788388	7	15.2788388	22.989309	10	10.1875
P41	5	60	0.140056022	2.5	14.0056022	19.888637	7	9.2767
	8	96	0.165520754	3	16.5520754	22.989309	6	10.1875
P42	5	60	0.120957474	2.5	12.0957474	19.888637	7	9.2767
	8	96	0.14483066	4.5	14.483066	22.989309	7	10.1875
P43	5	60	0.190985485	6	19.0985485	19.888637	10	9.2767
	8	96	0.227591036	9	22.7591036	22.989309	11	10.1875
P44	5	60	0.127323657	6	12.7323657	19.888637	9	9.2767
	8	96	0.14483066	7	14.483066	22.989309	9.5	10.1875
P45	5	60	0.216450216	3	21.6450216	19.888637	11	9.2767
	8	96	0.238731856	3	23.8731856	22.989309	6	10.1875
P46	5	60	0.225999491	3	22.5999491	19.888637	10	9.2767
	8	96	0.254647313	11	25.4647313	22.989309	14	10.1875
P47	5	60	0.343773873	4	34.3773873	19.888637	12	9.2767
	8	96	0.369238605	8	36.9238605	22.989309	15	10.1875
P48	5	60	0.245098039	5	24.5098039	19.888637	9	9.2767
	8	96	0.334224599	7	33.4224599	22.989309	10.5	10.1875
P49	5	60	0.245098039	5	24.5098039	19.888637	9	9.2767
	8	96	0.286478228	7	28.6478228	22.989309	10.5	10.1875
P50	5	60	0.241914948	8	24.1914948	19.888637	12	9.2767
	8	96	0.253055768	8	25.3055768	22.989309	14	10.1875
P51	5	60	0.222816399	7	22.2816399	19.888637	11	9.2767
	8	96	0.254647313	11	25.4647313	22.989309	13	10.1875
P52	5	60	0.254647313	4	25.4647313	19.888637	11	9.2767
	8	96	0.29284441	10	29.284441	22.989309	12	10.1875
P53	5	60	0.264196588	3	26.4196588	19.888637	10	9.2767

		8	96	0.296027502	6	29.6027502	22.989309	8.5	10.1875
	P54	5	60	0.222816399	6	22.2816399	19.888637	11	9.2767
		8	96	0.237140311	8	23.7140311	22.989309	9	10.1875
	P55	5	60	0.331041508	4	33.1041508	19.888637	12	9.2767
		8	96	0.343773873	6	34.3773873	22.989309	9	10.1875
	P56	5	60	0.286478228	9	28.6478228	19.888637	15	9.2767
		8	96	0.319900688	10	31.9900688	22.989309	16	10.1875

## Anexo 2: Panel Fotográfico



Foto 1: Estimación de altura de árboles de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken.

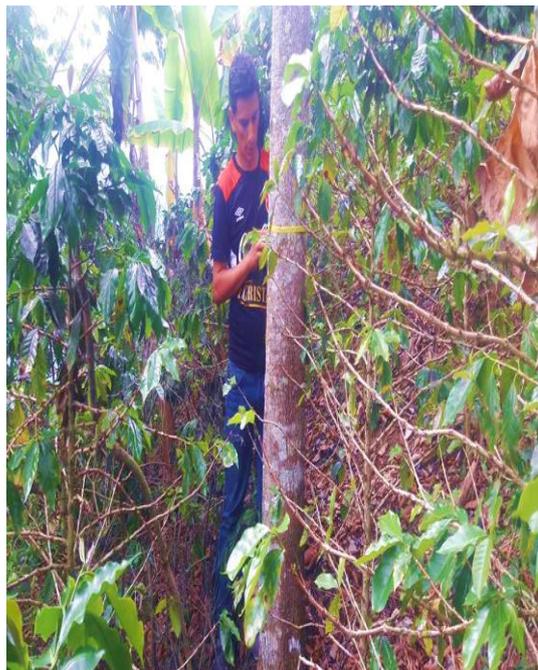


Foto 2: Medición de CAP de árboles de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken.



Foto 3: Georreferenciación de árboles de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken.



Foto 4: Toma de datos dasométricos de árboles de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken.