

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO Y RESPIRACIÓN FOLIAR
DEL BOSQUE DE INTIMPA (*Podocarpus glomeratus* D. Don), EN EL
SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY - ABANCAY - APURÍMAC”**

Presentada por el Bachiller en Ciencias Biológicas:

Dennis Jimenez Ortega

Para optar al título profesional de Biólogo

Asesora:

Dra. Maria E. Holgado Rojas

TESIS FINANCIADA POR EL PROGRAMA “YACHAYNINCHIS WIÑARINANPAQ”

CUSCO-PERU

2022

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por permitirme llegar hasta
estemomento de suma importancia en mi
desarrollo
y formación profesional.

A mi madre: Margarita Ortega
Menacho por darme la vida y su
apoyo para realizarmis estudios
universitarios.

A mis hermanos Danny, David y
Deisy por su ayuda en momentos
difíciles
y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de financiamiento: FONDECYT-CONCYTEC, mediante el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y la escuela profesional de Biología por impartir en mi formación académica - profesional.

Al Área Natural Protegida: Santuario Nacional de Ampay por las facilidades necesarias para la ejecución de la presente tesis y por promover la investigación.

A mi asesora Dra. Maria E. Holgado Rojas, por la revisión, consejos y correcciones del presente trabajo de investigación.

A la Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga, por su apoyo en la inscripción y dirección en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros, amigos y familiares que me ayudaron en el presente trabajo de investigación: Ruth Bustamante, Wilfredo Huamán, Thania Jimenez y Yanina Aymachoque, por el apoyo en el trabajo de campo y por compartir gratos y grandes momentos.

CONTENIDO

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	III
JUSTIFICACIÓN	IV
OBJETIVOS.....	V
CAPITULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.1.1 INTERNACIONALES.....	1
1.1.2 NACIONALES	2
1.1.3 LOCALES	3
1.2 MARCO CONCEPTUAL.....	4
1.2.1 CALENTAMIENTO GLOBAL	4
1.2.2 EFECTO INVERNADERO	5
1.2.3 GASES DE EFECTO INVERNADERO	7
1.2.4 EL CARBONO EN ECOSISTEMAS FORESTALES	8
1.2.4.1 CINÉTICA DE LA FIJACIÓN DEL CO ₂	10
1.2.4.2 SUMIDEROS DE CARBONO.....	11
1.2.5 BOSQUES ANDINOS	11
1.2.5.1 FACTORES DE CAMBIO DE LOS BOSQUES ANDINOS.....	12
1.2.5.2 BOSQUES ANDINOS DEL PERÚ	13
1.2.5.3 ¿QUÉ ESTÁ SUCEDIENDO EN EL PERÚ?.....	14
1.2.5.4 ¿QUÉ ESTÁ SUCEDIENDO EN LA REGIÓN APURÍMAC?	14
1.2.5.5 ¿QUÉ AMENAZAS DERIVADAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SE PRESENTAN EN LA	

REGIÓN APURÍMAC?.....	14
1.2.5.6 ¿CUÁLES SON LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN APURÍMAC? ...	15
1.2.6 FOTOSÍNTESIS	17
1.2.6.1 RESPIRACIÓN VEGETAL	19
1.2.6.2 LA HOJA.....	22
1.2.6.3 LOS ESTOMAS	24
1.2.7 LA BIOMASA.....	30
1.2.7.1 IMPORTANCIA DE LA BIOMASA	31
1.2.7.2 METODOLOGÍAS PARA EL MUESTREO DE BIOMASA	32
1.2.7.3 ECUACIONES ALOMÉTRICAS	33
1.2.7.4 COBERTURA VEGETAL.....	35
CAPITULO II	36
ÁREA DE ESTUDIO	36
2.1 UBICACIÓN.....	36
2.1.1 ÁREA GEOGRÁFICA DEL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY	36
2.1.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	37
2.1.3 EL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY	38
2.1.4 BOSQUES DE Podocarpus glomeratus	38
2.1.5 AMBIENTE FÍSICO.....	43
2.1.5.1 GEOMORFOLOGÍA	43
2.1.5.2 GEOLOGÍA	44
2.1.5.3 EDAFOLOGÍA	46
2.1.5.4 HIDROLOGÍA	47
2.1.5.5 ECOLOGÍA	50
2.1.5.5.1 CLIMA.....	50

2.1.5.5.2 ZONAS DE VIDA.....	52
2.1.5.5.3 FLORA.....	57
2.1.5.5.4 FAUNA.....	59
2.1.6 ACTIVIDADES HUMANAS Y USO ACTUAL DE LOS RECURSOS	61
2.1.7 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL SNA.....	61
CAPITULO III	67
MATERIALES Y MÉTODOS	67
3.1 MATERIALES.....	67
3.2 METODOLOGÍA	68
3.2.1 RECONOCIMIENTO DE PARCELAS DE ESTUDIO, MUESTREO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONADE ESTUDIO	68
3.2.2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACION DEL INDICE ESTOMATICO Y DENSIDAD ESTOMATICA.....	71
3.2.3 LA CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA	73
3.2.4 COLECCIÓN DE MUESTRAS	76
3.2.5 PROTOCOLOS DEL MUESTREO DE ÁRBOLES.....	77
3.2.6 ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA	79
CAPITULO IV.....	85
RESULTADOS Y DISCUSIONES	85
4.1 INDICE ESTOMATICO Y DENSIDAD ESTOMATICA.....	85
4.2 CONDUCCIÓN ESTOMATICA	87
4.3 ESTIMACION DE LA BIOMASA.....	89
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	96
BIBLIOGRAFÍA	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Anomalías térmicas anuales – NOAA.....	6
Figura 2: Diagrama de los stocks y flujos de carbono en un bosque tropical.....	9
Figura 3. Fases de la Fotosíntesis.....	19
Figura 4: Respiración vegetal.....	21
Figura 5: Partes microscópicas de una hoja.....	23
Figura 6: Morfología del estoma.....	25
Figura 7: Fisiología del estoma.....	27
Figura 8: A) Árbol adulto de <i>Podocarpus glomeratus</i> B) Bosque de <i>Podocarpus glomeratus</i> en formación C) Fruto de <i>Podocarpus glomeratus</i> D) Flor femenina de <i>Podocarpus glomeratus</i> E) Flor masculina de <i>Podocarpus glomeratus</i>	42
Figura 9: Climatodiagrama de la zona de estudio.....	52
Figura 10: Procedimiento para la observación de <i>Podocarpus glomeratus</i> D. Don: A) Hojas de <i>Podocarpus glomeratus</i> D. Don, B) Limpieza de la superficie a estudiar, C) Esmaltado de la superficie, D) , E) Desprendimiento de la epidermis, F) Rotulado del portaobjetos, G) Observación en el microscopio, Conteo de estomas y células epidérmicas.....	72
Figura 11: A) Selección de la muestra a evaluar B) limpieza de las hojas a evaluar C) Ubicación de la cámara del porómetro D) Ordenamiento de hojas para la evaluación E) Estabilización de resultados F) Registro de resultados.	73
Figura 12: A) Hojas enfermas B) Hojas sucias C) Hojas con alta de cloro D) Hojas con presencia de haber sido comidas por insectos E) Hojas cubiertas por otro tipo de vegetación	75
Figura 13: A) Separación de las partes de la muestra B) Prensado de las muestras C) Secado de las muestras D) Disposición de la muestra en el herbario.....	76
Figura 14: Protocolo de muestreo de árboles	78
Figura 15: <i>Relación estomas vs células epidérmicas</i>	86
Figura 16: Relación de estomas vs células epidérmicas vs índice estomático	86
Figura 17: Conductancia estomática de <i>Podocarpus glomeratus</i> en función a las horas de un día..	87
Figura 18: Promedios de conductancia estomática de <i>Podocarpus glomeratus</i> en función a tres días.....	87
Figura 19: Conductancia estomática en función a cinco especies.....	88
Figura 20: Comportamiento de la altura y DAP	90
Figura 21: Biomasa arbórea por parcelas	91
Figura 22: Cantidad de carbono almacenado por parcela.....	92
Figura 23: Cantidad de carbono en función a la biomasa	92
Figura 24: Cantidad de carbono en función a la biomasa	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación del Santuario Nacional de Ampay	36
Tabla 2: Datos meteorológicos de la estación Granja San Antonio - Tamburco (2804 m)	51
Tabla 3: Los 07 ecosistemas según el SNA.....	55
Tabla 4: Ecosistema; Bosque relicto meso Andino.....	56
Tabla 5: Principales recursos usados por la población del SNA y zona de amortiguamiento	65
Tabla 6: Ubicación de las parcelas permanentes.....	68
Tabla 7: Distribución de células en función a la hoja.....	85
Tabla 8: Monitoreo de la conductancia estomática en cinco especies.....	88
Tabla 9: Promedios de datos relacionados a la biomasa aérea	89
Tabla 10: Determinación de la biomasa arbórea y cantidad de carbono.....	91

RESUMEN

Se realizó la evaluación de la captura de carbono y respiración foliar del bosque de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don), en el Santuario Nacional de Ampay - Abancay – Apurímac, durante el periodo de enero del 2018 a enero del 2020 con la finalidad de determinar la densidad y conductancia estomática, así como la biomasa arbórea y carbono almacenado en los tallos leñosos. Para la densidad estomática se utilizó la técnica de impresiones foliares en las diferentes partes de la hoja (ápice, medio y base), la densidad estomática en el estado superior del dosel alcanzó un promedio total de 27.93 en el haz con un promedio total de células epidérmicas de 88.80. Mientras que para la conductancia estomática se utilizó el porómetro foliar SC-1 Decagon Devices Inc, Pullman, WA, USA realizándose mediciones desde las 09:00 horas hasta las 16:00 horas durante tres días mediante 5 monitoreos cada hora, evaluándose también otras cuatro especies arbóreas presentes en el área de estudio, tomándose en cuenta los días con mayor incidencia solar. Las horas donde se alcanzó menor conductancia estomática fue entre las 11:00 y 12:00 horas lo que nos indica mayor estrés y la mayor conductancia en las primeras horas del día y las últimas horas de la tarde lo cual se debe a que hay menor incidencia solar. Para estimar la biomasa se consideró la metodología indirecta (no destructiva), mediante el uso de ecuaciones alométricas de Chave *et al.*, 2005 y Chave *et al.*, 2014 y para estimar la cantidad de carbono almacenado se realizó un inventario de la biomasa aérea en 4 parcelas permanentes de 60 m x 60 m y considerando un DAP \geq a 5 cm dicha metodología es sugerida por Phillips & Backer 2002, se consideró únicamente a *Podocarpus glomeratus* D. Don. Dando como resultado 277.11 (t/ha) y 296.37 (t/ha) de biomasa aérea para las 4 parcelas monitoreadas respectivamente para ambas ecuaciones alométricas, así mismo la cantidad de carbono fue de 138.56 (t/ha) y 148.18 (t/ha) para las 4 parcelas monitoreadas respectivamente para ambas ecuaciones alométricas.

A pesar de que los bosques de intimpa están siendo protegidos y se consideran como los mejores conservados en el Perú según SERNANP sin embargo, se necesitan más esfuerzos en cuanto a su conservación e investigación donde tiene que jugar un papel importante las autoridades gubernamentales y la población local.

INTRODUCCIÓN

El Santuario Nacional de Ampay ubicado en Abancay-Apurímac; actúa como un sumidero de carbono muy importante, además de ser una zona andina muy diversa y productiva. La cual está conformada principalmente por bosques de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don).

Si bien el carbono comprende la productividad primaria bruta obtenida por la fotosíntesis realizada por las plantas, de este total absorbido una parte permanece como sustrato para la producción de tejidos vegetales eso llamado también productividad primaria neta mientras que a su vez hay otro que es devuelto a la atmósfera mediante el proceso de la respiración.

La respiración foliar asume un papel de suma importancia en la captura de carbono, asimismo se puede considerar como un componente sustancial de la respiración total de un ecosistema. En las plantas superiores el intercambio de gases entre la atmósfera y la hoja generalmente se lleva a cabo a través de los estomas, los cuales son los responsables de la captura del CO₂ y de la pérdida de agua durante la transpiración. En las plantas superiores el intercambio de gases entre la atmósfera y la hoja generalmente se lleva a cabo a través de los estomas, los cuales son los responsables de la captura del CO₂ y de la pérdida de agua durante la transpiración (Nava et al., 2009).

Por ello, la información acerca de la morfología, densidad y frecuencia de los estomas en las hojas de *Podocarpus glomeratus* es importante para el mejor entendimiento del intercambio de gases, asimismo la interrelación entre la tasa de respiración foliar, la densidad estomática, biomasa y flujo de carbono nos permitirá entender la capacidad de mitigación del bosque de Intimpa en la captura del dióxido de carbono.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bosques andinos son ecosistemas complejos asociados a la diversidad de la flora y la fauna, los cuales brindan servicios ecosistémicos de vital importancia, tienen la capacidad de asimilar el carbono e incorporarlo a su estructura, es decir, lo fija y lo mantiene almacenado por largos periodos, a través de la fotosíntesis en el caso de la flora, es por esta razón que los bosques son importantes sumideros de carbono.

Hoy en día estos ecosistemas vienen siendo amenazados por cambios dinámicos naturales y por la mano del hombre alterando su estado normal. Siendo el estrés hídrico una de las causas principales que genera la muerte y pérdida de productividad de las plantas, por ello es necesario determinar la conductancia estomática, la biomasa arbórea y carbono almacenado en los tallos leñosos de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don) tratando de cuantificar la cantidad de dióxido de carbono capturado y tener un estándar para poder realizar acciones de conservación como el poder realizar reforestaciones en zonas aledañas al santuario, realizar un mejor manejo sostenible de este bosque.

JUSTIFICACIÓN

El cambio climático, producido principalmente a consecuencia del incremento de los niveles de dióxido de carbono atmosférico, plantea una incógnita amplia en la búsqueda de formas de reducir la concentración de este gas en la atmosfera y de tal manera reducir la velocidad con la que el cambio climático se está produciendo.

Ya que dependiendo del estado sucesional en que se encuentren los bosques, estos actuarán como sumideros o fuente de carbono y se sabe que cuando los bosques alcanzan el nivel clímax en su desarrollo recién se comportan como efectivos sumideros de carbono(Ordoñez et al. 2001).

También es indispensable tener información sobre la ecofisiología para poder observar sus respuestas ante el cambio climático y así poder tomar decisiones sobre un manejo adecuado.

Los trabajos realizados sobre biomasa, almacenamiento y flujo de carbono de troncos de bosques tropicales, en su mayoría corresponden a estudios de stock de biomasa, sin tomar en cuenta investigaciones sobre carbono almacenado e incorporado en su estructura.

Se escogió la especie intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don), porque es nativa de la zona de estudio siendo la más recomendable para forestación, reforestación y porque favorece a la diversidad biológica nativa tanto florística como faunística (FAO, 2002).

Por este motivo el presente estudio nos permitirá averiguar la cantidad de biomasa, carbono almacenado, flujo de carbono en los troncos y la respiración foliar del bosque de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don), en el Santuario Nacional de Ampay Abancay- Apurímac.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el flujo de carbono y respiración foliar del bosque de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don), en el Santuario Nacional de Ampay de la provincia de Abancay

- Apurímac.

ESPECÍFICOS

1. Determinar el índice y densidad estomática de *Podocarpus glomeratus* D. Don.
2. Determinar la conductancia estomática de *Podocarpus glomeratus* D. Don.
3. Determinar la biomasa arbórea y carbono almacenado en los tallos leñosos de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don).

CAPITULO I

MARCOTEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 INTERNACIONALES

Velásquez, et al (2012), evaluaron la diversidad, biomasa aérea y dinámica de bosques en dos parcelas permanentes en la región norte de los andes colombianos. Los resultados de diversidad muestran un total de 1664 individuos distribuidos en 222 especies, 113 géneros y 60 familias; el índice de diversidad Alfa Fisher muestra un promedio por hectárea de 56.2. Y la biomasa total en promedio fue de 243.44 ± 9.82 tn/ha con un intervalo de confianza al 95%, para el periodo entre 1996 – 2005.

Phillips, et al. 2011, evaluaron la biomasa aérea en tres bosques montanos de Colombia, para el bosque húmedo montano reporta un total de biomasa aérea de $145,50 \pm 17,3$ T ha⁻¹; para un bosque muy húmedo montano reporto un total de biomasa aérea de $125,5 \pm 22$ T ha⁻¹ y para un bosque pluvial montano reporta $106,4 \pm 7,5$ T ha⁻¹ de biomasa aérea.

Hernández, et al. 2007, calcularon el tamaño y la densidad de los estomas en 20 poblaciones de *Mytilocactus geometrizans* (mart. Ex Pfeiff) en México. Para saber si la distribución geográfica modifica el tipo, densidad y tamaño de los estomas; resultando que tiene estomas del tipo paralelocítico encontrando diferencias significativas para la observación que tanto la densidad como el tamaño del estoma se asociaron positivamente con la latitud ($P < 0.02$ y 0.0001), mas no con la altitud ($P < 0.07$ y 0.90); concluyendo que el tipo de los estomas son un carácter estable que no se modifica con la distribución geográfica, mientras el tamaño y la densidad se ven afectados diferencialmente por la latitud y no así por la altitud o temperatura.

Mostacedo (2006), determino la biomasa aérea, para cada tipo de bosque en Bolivia, realizado mediante una regresión alométrica, donde el resultado fue de

160a 170 ton/ha de biomasa fijada, concluyendo que ambos bosques después de 20 años de aprovechamiento, recuperan entre 80 a 90 % de la biomasa inicial.

1.1.2 NACIONALES

Alfaro, 2017, realizó un estudio de la biomasa y carbono almacenado en parcelas permanentes en bosques montanos de Wiñaywayna en el Santuario Histórico de Machupicchu – Cusco usando el método alométrico. Determinando que en bosque de Intipunku a los 2353 m de altitud, registro 145 ± 2.80 T ha⁻¹ de biomasa aérea con 72.99 ± 1.40 T C ha⁻¹ de carbono almacenado, las especies de mayor aporte fueron *Gordonia fruticosa* y *Aniba coto*. Mientras que en el bosque Kantupata a los 3200 metros de altitud, registro 101 ± 3.46 T ha⁻¹ de biomasa aérea con 50.53 ± 1.73 T C ha⁻¹ de carbono almacenado, siendo la especie con mayor aporte *Weinmannia crassifolia*.

Dávila, et al. 2010, Un estudio desarrollado en el valle del Mantaro obtuvo que un bosque de *Polylepis incana* almacenaba 156,45 toneladas de carbono por hectárea (Dávila, Retamozo y Suárez, 2010).

Cruzado. 2010, cuantificó el carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques altoandinos de la Concesión Alto Huayabamba (CAAH), ubicado en el distrito de Huicungo, provincia de Mariscal Cáceres del departamento de San Martín, ubicado entre los 3.000 - 4.600 m de altitud, mediante cuatro parcelas rectangulares de 0.5 ha, donde se evaluó el componente arbóreo con DAP ≤ 10 cm, sotobosque y herbáceo, se estimó la biomasa mediante ecuaciones alométricas. Obtuvo un promedio de biomasa aérea almacenada de 167.11 ± 25.8 MgCha⁻¹, con 121.18 MgCha⁻¹ de biomasa aérea y 69.77 ± 12.8 MgCha⁻¹ de carbono para el componente arbóreo.

Cuesta, et al. 2009, determinaron que los bosques andinos cumplen un papel fundamental en el balance de CO₂ de la atmósfera pues pueden llegar a acumular entre 20 y 40 toneladas de carbono por hectárea, lo que los convierte en un importante sumidero.

1.1.3 LOCALES

Huamantupa, et al. 2016, evaluaron la diversidad y biomasa arbórea de cuatro parcelas permanentes de 60 m x 60 m considerando un DAP \geq a 5 cm. Donde se registraron 1920 individuos de plantas, siendo la especie más abundante: *Podocarpus glomeratus* del santuario nacional de Ampay, Apurímac – Perú tuvo mayor aporte de biomasa con 100.28/104.90 t ha, seguida de *Vallea stipularis* con 8.35/8,97 t ha y *Hesperomeles gayana* con 3.40/3.78 t ha.

Molleapaza, et al 2015, estimaron la biomasa en el bosque de *Podocarpus glomeratus* del Santuario Nacional de Ampay, la cual fue calculada en función de 60 muestra de árboles, tomando en cuenta la ecuación de Smalian. Determinado que la densidad de la madera de la Intimpa es de 0.48 g/cm³ y el volumen total de biomasa aérea es de 21.999 m³ de madera, Asumieron que en 600 hectáreas de bosque de *Podocarpus glomeratus* del Santuario Nacional de Ampay, con una población de aproximadamente 70,000 árboles, la biomasa aérea sería de 10.710 kilos con 17.85 kilos por Ha. y consideran un valor de 50 dólares hectárea por año, con un total de 30,000 dólares para 600 Ha. de Intimpa al año.

1.2 MARCO CONCEPTUAL

1.2.1 CALENTAMIENTO GLOBAL

El calentamiento global y el cambio climático tienen coincidencia en la principal de sus causas, la emisión masiva de los diferentes gases de efecto invernadero o GEI que retienen el calor dentro de la atmósfera y sobre la superficie terrestre a través del denominado efecto invernadero. El efecto invernadero es un proceso natural por el cual se produce la retención del calor procedente del Sol en la atmósfera terrestre gracias a la capa de GEI que se encuentra en ella. Estos gases en cantidades normales mantienen la temperatura del planeta aproximadamente a 33°C por encima de la que podría tener si estos no existieran, por lo que el planeta sería demasiado frío para que se desarrollase vida en él. Sin embargo, actualmente el efecto invernadero se está volviendo tan intenso a causa de emisiones que comienza a tener graves repercusiones en el medio (<https://unlp.edu.ar/wpcontent/uploads/89/27589/1d9aa068f3cd179c49096f2b8d9e9125.pdf>).

El Cambio Climático es un serio problema causado por el hombre debido al uso intensivo de combustibles (carbón, petróleo, gasolinas, diésel y los combustibles derivados del petróleo), la tala y quema de la Selva y los bosques. En consecuencia, ya sea directa o indirectamente, el hombre está alterando la composición de la atmósfera mundial, tiene un impacto directo sobre el agua, el deshielo de los polos está elevando progresivamente el nivel del mar debido al aumento de su volumen por la dilatación de sus aguas. El retroceso de los glaciares y sus efectos, puede apreciarse en la agricultura, en las precipitaciones, en la temperatura y en el suministro de agua potable en las ciudades (MINAM, 2013).

No cabe duda de que la industrialización y el consumismo están impulsando la combustión desmedida de los hidrocarburos (refinerías de petróleo, minas de carbón, botaderos de basura); así como la deforestación de la Selva y los bosques. Esto produce gran concentración de los gases efecto invernadero (GEI) que calentará más y más la Tierra; en consecuencia, se producirá una exacerbación de los fenómenos climáticos. El Calentamiento Global es el resultado de la elevada concentración de los GEI que retienen el calor y suben gradualmente la temperatura del planeta. (MINAM, 2013).

1.2.2 EFECTO INVERNADERO

La Tierra, como todo cuerpo caliente, emite radiación, pero al ser su temperatura mucho menor que la solar, emite radiación infrarroja de una longitud de onda mucho más larga que la que recibe. Sin embargo, no toda esta radiación vuelve al espacio, ya que los gases de efecto invernadero absorben la mayor parte. La atmósfera transfiere la energía así recibida tanto hacia el espacio (37,5%) como hacia la superficie de la Tierra (62,5%). La importancia de los efectos de absorción y emisión de radiación en la atmósfera son fundamentales para el desarrollo de la vida tal y como se conoce. De hecho, si no existiera el efecto invernadero, la temperatura media global de la superficie de la Tierra sería de unos 22°C bajo cero y gracias a él ha sido de 14°C para el período 1961-1990. En nuestro Sistema solar podemos observar cómo Mercurio, el planeta más cercano al sol, que carece de atmósfera tiene una temperatura media de 167°C mientras el siguiente, Venus con una densa atmósfera formada por CO₂ alcanza una temperatura media de 457°C, poniendo de relieve la importancia del efecto invernadero (Greenpeace, www.greenpeace.org, 2010).

Los gases de mayor concentración que se encuentran presentes en la atmósfera (oxígeno y nitrógeno) no muestran efectos significativos sobre el clima. Si estos gases fueran los únicos componentes atmosféricos, la Tierra sería un planeta inhóspito debido a que la temperatura media sobre su superficie sería de aproximadamente -18°C. Sin embargo, algunos gases minoritarios actúan en forma tal que permiten que la radiación solar penetre hasta la superficie terrestre y atrapen la radiación infrarroja ascendente emitida por la Tierra, que de otro modo escaparía al espacio. De esta manera se genera un fenómeno denominado efecto invernadero, (<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal>)

Por lo tanto, este comportamiento selectivo de algunos gases atmosféricos frente a la radiación solar y terrestre produce calentamiento del aire próximo a la superficie terrestre, elevando la temperatura media del planeta a +15°C.

El efecto invernadero es un fenómeno que ocurre en forma natural en la atmósfera. No obstante, su efecto beneficioso puede ser modificado por actividades humanas que aumentan la concentración en la atmósfera de muchos de los gases que lo producen. Así, el fuerte aumento observado desde la época industrial en la concentración de la mayoría de los gases de invernadero, estaría altamente vinculado con el aumento registrado en la temperatura media global del último siglo. Por lo tanto, el hombre a través de sus actividades, es capaz de alterar un fenómeno beneficioso como es el efecto invernadero y provocar modificaciones en el clima, generando múltiples efectos en el equilibrio de los ecosistemas, siendo los gases de efecto invernadero más importantes vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂) metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) Clorofluorcarbono (CFC) y Ozono (O₃). (<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal>)

La NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) acaba de publicar los datos de temperatura del año 2016. Según estos datos, la temperatura global del año ha sido la más elevada de la serie histórica, con una anomalía de + 0,94° C (base 1901-2000), poco más que la del año 2015, en el que la anomalía fue de + 0,90° C. La tendencia de los años 1980-2016 ha sido de + 0,17° C/década.

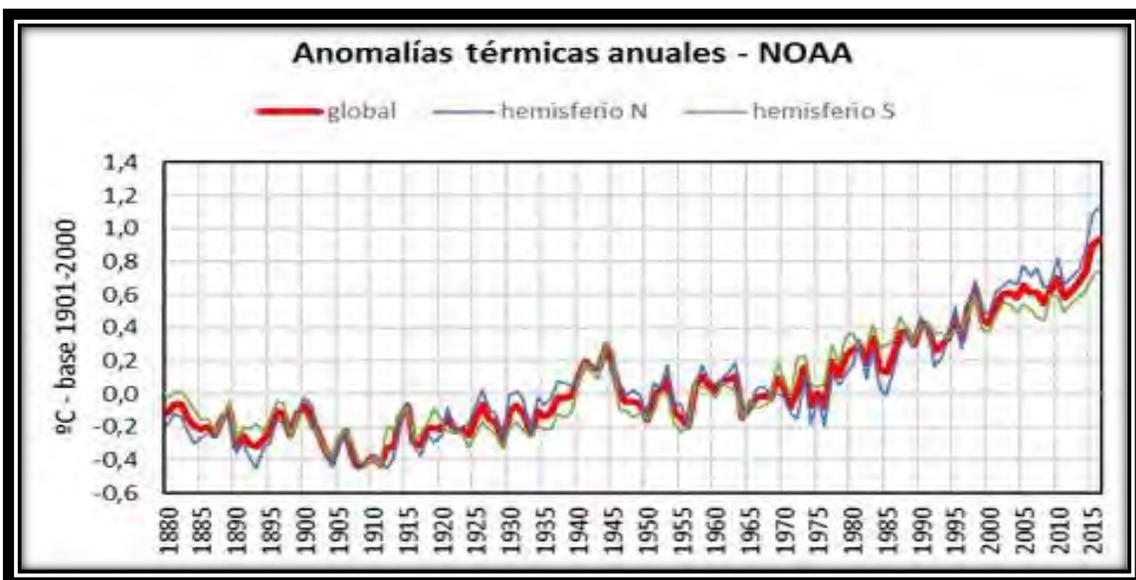


Figura 1: Anomalías Térmicas Anuales, (NOAA, 2016).

Podemos distinguir entre dos tipos de efecto invernadero:

a) EL EFECTO INVERNADERO NATURAL

La fuente energética elemental que influye en el clima es la radiación solar (radiación de onda corta). Alrededor de un tercio de la radiación solar entrante es reflejada de nuevo al espacio, en particular por las nubes. El resto es absorbido por la atmósfera, tierra, océano y superficies heladas. La Tierra y la atmósfera emiten radiación que sale en forma de ondas largas infrarrojas. Una parte de esa radiación saliente queda atrapada por los GI producidos de forma natural (vapor agua, dióxido de carbono, ozono, metano y óxido nitroso) y por las nubes. (García, 1999).

a) EFECTO INVERNADERO ANTROPOGÉNICO

Es aquel que está directamente relacionado con la acción del hombre. Actividades como la explotación de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura, etc, han provocado que desde comienzos de la industrialización, el porcentaje de gases de efecto invernadero en la atmósfera haya aumentado. La magnitud del efecto invernadero antropogénico, dependerá de la proporción del aumento en la concentración de cada gas involucrado, y de las concentraciones de otros GEI ya presentes en la atmósfera. Esta intensificación del efecto invernadero natural, llevaría a un cambio asociado en el clima mundial, lo que podría traer consecuencias insospechadas para la humanidad. (ANAM, 2000).

1.2.3 GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se denominan gases de efecto invernadero (GEIs), a los gases cuya presencia en la atmósfera hace posible el efecto invernadero, sin este efecto sería imposible la vida en la Tierra. Las actividades humanas han ido incrementando la cantidad y proporción de estos gases en la atmósfera. La gran mayoría de ellos procede de la quema de combustibles fósiles. Dentro del grupo se incluyen los siguientes:

- Vapor de agua
- Dióxido de carbono, CO₂, (75%)
- Metano, CH₄ , (18%)
- Óxidos de nitrógeno, NO_x, (9%)
- Ozono, O₃
- Clorofluorocarburos (artificiales)

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, en un 70%. El dióxido de carbono (CO₂), aunque menos nocivo que otros, es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante, porque es el que más se emite. Sus emisiones anuales aumentaron en torno a un 80% entre 1970 y 2004, (IPCC, 2007).

La actividad humana ha cambiado la composición de esta mezcla de gases que compone la atmósfera, así la presencia de CO₂ ha pasado de 0,028% (lo que es igual 280 partes por millón en volumen, ppm, en la era preindustrial) a los 383 ppm actuales creciendo a un ritmo de 1,9 ppm por año. (Larios, 2008).

1.2.4 EL CARBONO EN ECOSISTEMAS FORESTALES

Una vez que el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis, éste participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces y tronco). El árbol al crecer va incrementando su follaje, ramas, flores, frutos, yemas de crecimiento (que en su conjunto conforman la copa); así como altura y grosor del tronco. La copa necesita espacio para recibir energía solar sobre las hojas dando lugar a una competencia entre las copas de los árboles por la energía solar, originando a su vez un dosel cerrado. Los componentes de la copa aportan materia orgánica al suelo,

misma que al degradarse se incorpora paulatinamente y da origen al humus estable que, a su vez, aporta nuevamente CO₂ al entorno (Ordóñez 2001).

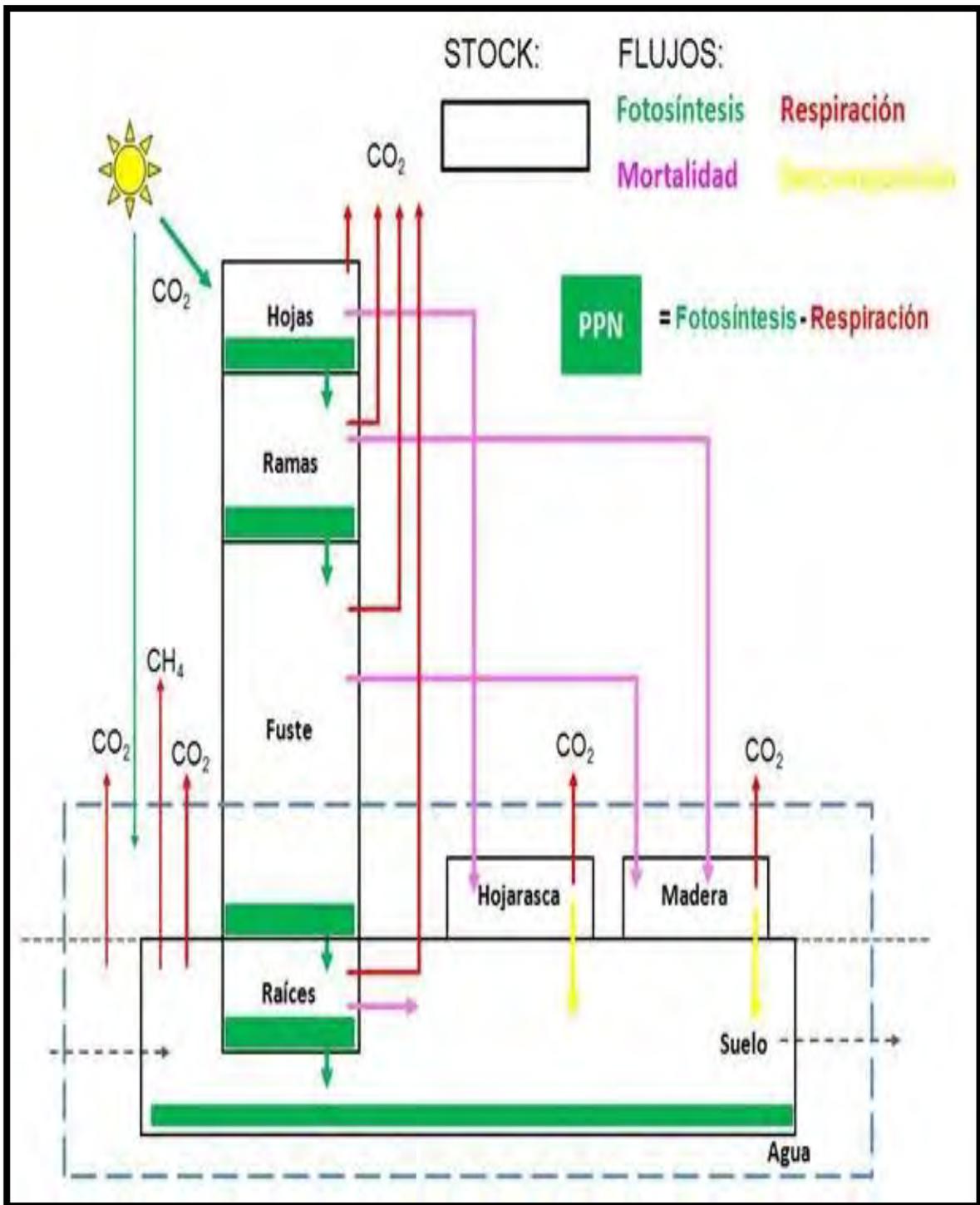


Figura 2: Diagrama de los stocks y flujos de carbono en un bosque tropical (Honorio & Baker 2010).

Los bosques juegan un papel importante en la determinación de la concentración atmosférica de CO₂. La dinámica de Carbono en un bosque está dada por (Honorio & Baker, 2010):

- La asimilación de CO₂ mediante la fotosíntesis.
- La liberación de carbono mediante la respiración autotrófica.
- La transferencia de C al suelo en forma de hoja, madera y raíces.
- La exudación de compuestos orgánicos dentro de la rizósfera.
- La eventual liberación de C devuelta a la atmósfera mediante la descomposición y respiración de microbios y otros heterótrofos.

1.2.4.1 CINÉTICA DE LA FIJACIÓN DEL CO₂

De todos estos gases, el CO₂ cobra especial relevancia por su efecto sobre las condiciones climáticas del planeta debido a que es un gas de larga permanencia, es decir, es un gas que permanece activo en la atmósfera durante mucho tiempo. Así, por ejemplo, del CO₂ emitido a la atmósfera, sobre el 50% tardará 30 años en desaparecer, un 30% permanecerá varios siglos y el 20% restante durará varios millares de años (Solomon et al, 2007)

El proceso de fijación por fotosíntesis del CO₂ que ocurre en las superficies verdes de las plantas dependen de manera característica de la luz, la concentración de CO₂ en la atmósfera y la temperatura, así como de un grado de humedad adecuado que mantenga la turgencia foliar. El proceso está también modificado por la magnitud del desplazamiento de las trazas de aire circundantes a las hojas. Como vimos, el balance energético de las hojas depende en alto grado de la velocidad del viento, de la forma de las hojas y del suministro de agua. (Medina E., 1977).

1.2.4.2 SUMIDEROS DE CARBONO

Se conoce como sumidero todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. Las formaciones vegetales actúan como sumideros de C por su función vital principal, la fotosíntesis. Mediante esta función, los vegetales absorben CO₂ que compensa tanto las pérdidas de este gas que se producen por la respiración como las emisiones producidas en otros procesos naturales (descomposición de materia orgánica).

La captación de CO₂ por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de Carbono (C). A escala mundial se considera que la biosfera terrestre fija cerca de 2.000.000 toneladas/año (UNESA, 2005). Este valor es el resultante de la pequeña diferencia entre la absorción fotosintética de CO₂ y las pérdidas por respiración, por descomposición de la materia orgánica y por perturbaciones de diferente naturaleza. A este valor le se denomina producción neta de la biosfera (PNB), y es la cantidad que a largo plazo queda almacenada en el sumidero.

El CO₂ secuestrado por las plantas es el resultado de las diferencias entre el CO₂ atmosférico absorbido durante el proceso de la fotosíntesis y el CO₂ emitido por la atmósfera durante la respiración. Esta diferencia es convertida en biomasa y suele oscilar entre el 45-50 % del peso seco de la planta. Por lo tanto, mientras el crecimiento sea alto, la vegetación natural y los cultivos agrícolas se convierten en los sumideros de carbono. Teniendo esto en cuenta, la agricultura se puede convertir en un mecanismo efectivo para mitigar el incremento del CO₂ atmosférico. (Mota, et al. 2011).

1.2.5 BOSQUES ANDINOS

Los bosques andinos al igual que el suelo y el agua son sistemas vitales, con capacidad de auto conservación y autorregulación. Los mismos que presentan una gran complejidad, involucrando beneficios tangibles e intangibles indispensables para la continuidad de la vida sobre esos ecosistemas, como

microclimas, refugio de fauna y flora, protección de los suministros de agua y suelos, captura de carbono, fuente de energía, incluso los bosques andinos cumplen un gran papel como protectores de cuencas hidrográficas. Su suelo esponjoso y densos colchones de musgos acumulan el agua y la liberan gradualmente, permitiendo que los caudales de ríos y quebradas sean relativamente regulares, incluso durante las temporadas secas. Dada por estas razones que el hombre depende significativamente de estas masas forestales nativas. (Gil et al., 2008).

Los bosques andinos son formaciones de vegetación tropical de altura, tipifican las regiones más elevadas de la franja tropical. Se caracterizan por climas predominantemente secos y fríos. Dadas las características geológicas de los andes (Morrone, 2001), el clima suele ser agreste y las especies de plantas que crecen en estos ecosistemas se encuentran bien adaptadas a las condiciones climáticas predominantes. Las formaciones de vegetación de la región andina varían en función a las condiciones ambientales y las barreras naturales, así como por la influencia humana (Gil et al., 2008).

Más de 300 géneros de plantas vasculares han sido registradas en la zona andina, con algo más de 2,500 especies, entre las que están varios endemismos, constituyendo una de las floras de montaña más ricas del mundo (Van Der Hammeny, 1986).

1.2.5.1 FACTORES DE CAMBIO DE LOS BOSQUES ANDINOS

Los bosques andinos se encuentran en constante cambio debido a una serie de factores naturales e influenciados por el hombre, los cuales provocan variaciones en la composición de la vegetación y las características de los ecosistemas. (Quispe, 2016). El principal factor natural es el clima (Graf, 1994) puesto que los organismos responden de distinta manera a las diferentes condiciones de temperatura, humedad y disponibilidad de nutrientes (Villalba, 1995). En la región de los Andes se observan marcadas diferencias de precipitación anual entre épocas, lo cual suele provocar ciertos patrones de

cambios cíclicos en las formaciones boscosas. Otro factor natural de cambio de los bosques andinos son las barreras naturales puesto que los límites glaciales, que suelen provocar cambios abruptos de vegetación y paisaje, se van moviendo paulatinamente (avanzando y retrocediendo) de acuerdo a los ciclos de calentamiento y enfriamiento, global y regional. (Gil et al., 2008).

El hombre ha ejercido influencia sobre los bosques andinos desde que los primeros asentamientos humanos en la región comenzaron a hacer uso de los recursos de éstos (Kessler & Driesch, 1993). Si bien las culturas ancestrales se caracterizaron por un gran respeto a la naturaleza y una extracción responsable de los recursos, esta actividad a lo largo de miles de años tuvo impacto. (Kessler & Driesch 1993).

La influencia humana más acentuada se ha registrado en el último siglo, puesto que el avance de la civilización y el crecimiento demográfico ha llevado a los grupos humanos cercanos a los bosques andinos a hacer uso, explotación y sobreexplotación de los recursos naturales, en especial de la madera. (Kessler & Driesch, 1993). La actividad humana también destruye los bosques andinos sin control, en estas zonas los fuegos inducidos por el hombre provocan una destrucción masiva de los ecosistemas, los cuales suelen reducir los bosques a parches fragmentados. (Smithsonian, 2000).

1.2.5.2 BOSQUES ANDINOS DEL PERÚ

Los bosques en el Perú cubren una superficie de 73 280 424 hectáreas (57,3% del territorio nacional). Es decir, más de la mitad del Perú está conformada por bosques amazónicos y andinos (Colque et al., 2010). El 3.7% de los bosques naturales del país se encuentran en la zona de alta montaña, por encima de los 2500 m de altitud, conformados por matorrales perennifolios y parches de bosques. (<https://condesan.org/?s=BOSQUES+ANDINOS+DEL+PER%C3%9A>)

1.2.5.3 ¿QUÉ ESTÁ SUCEDIENDO EN EL PERÚ?

El Perú está considerado entre los países más vulnerables al cambio climático, los impactos del cambio climático en nuestro país se manifiestan de diferentes formas. Una de las más importantes es la pérdida de por lo menos el 22% de nuestros nevados (12,000 millones de metros cúbicos de agua); lo cual, en el futuro traería problemas de agua para las ciudades, para la agricultura y la generación de energía eléctrica principalmente. El cambio climático también generaría mayor aparición e intensidad del fenómeno de El Niño y con ello se incrementarían las sequías, fuertes lluvias, inundaciones, heladas y granizadas; así mismo el sufrimiento de la población ante las temperaturas extremas (mucho calor o mucho frío), lluvias torrenciales, el incremento en el nivel del mar y otros. Igualmente, el cambio climático está afectando nuestra biodiversidad asentada en los diferentes pisos de los Andes y la Amazonía. Puesto que cualquier modificación, tiene efectos en los microclimas y en consecuencia en la biodiversidad. (SERNANP, 2008)

1.2.5.4 ¿QUÉ ESTÁ SUCEDIENDO EN LA REGIÓN APURÍMAC?

En la región Apurímac, se están alterando los principales factores del clima: la temperatura, las lluvias y los extremos climáticos. Según estudios, la temperatura de la región se ha incrementado en casi 1 °C, al 2030 podría duplicarse; del mismo modo, las lluvias están incrementándose, pero cuando esto sucede, son fuera de época, más intensas y se concentran en pocos meses. Especialmente al sur de la región, se está experimentando el incremento de heladas y en toda la región una mayor sensación de frío (en las noches) y calor (en el día). (SERNANP, 2008)

1.2.5.5 ¿QUÉ AMENAZAS DERIVADAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SE PRESENTAN EN LA REGIÓN APURÍMAC?

Alteración de temperaturas y precipitaciones, las lluvias son más

intensas, el calor es más fuerte de día y el frío más fuerte de noche. (SERNANP, 2008).

Eventos climáticos extremos como lluvias torrenciales e inundaciones, granizadas, nevadas, vientos, sequías, veranillos y heladas frecuentes que afectan los cultivos y causan pérdidas en las familias más pobres, que dependen de la agricultura. La disminución de la cobertura glaciar de los nevados. Los estudios indican que los deshielos continuarán y disminuirá el suministro de agua en el futuro. Así mismo se observa la disminución de los caudales de manantes, ríos, riachuelos, lagunas y bofedales. (SERNANP, 2008)

Deslizamientos, derrumbes y huaycos por las lluvias torrenciales, que causan daños en los terrenos de cultivo y en la infraestructura productiva y vial. (SERNANP, 2008)

1.2.5.6 ¿CUÁLES SON LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN APURÍMAC?

Los impactos de origen climático antes descritos, afectan principalmente a la biodiversidad, la agricultura, la ganadería, la salud humana, las viviendas e infraestructura (carreteras, puentes, etc.)

La riqueza natural de la zona andina según la Estrategia Regional frente al Cambio Climático de la región Apurímac 2012, comprende tres recursos básicos: agua, suelo y cobertura vegetal; debido al cambio climático observamos los siguientes impactos:

- Reducción y pérdida de hábitat o ambiente de especies de flora y fauna silvestre (praderas naturales, bosques nativos, fuentes de agua y zonas húmedas.
- Migración de especies de flora y fauna entre pisos ecológicos, por ejemplo ahora se siembra maíz en pisos más

altos.

- Migración y/o aparición de nuevas plagas y enfermedades en los cultivos.

Como consecuencia, según la Estrategia Regional frente al Cambio Climático de la región Apurímac 2012 se observa:

- La disminución de especies arbustivas y arbóreas como: el intimpa, chachacomo, molle, aliso, unca, sauce, huarango, queuña, qolle, kiswar, afectando la calidad de los pastos naturales,
- La disminución ó desaparición de ciertas plantas medicinales y hongos silvestres. Por ejemplo: La disminución de la retama por ataque de pulgones y disminución de insectos útiles.
- La disminución de especies animales. Por ejemplo: pumas, zorros, vicuñas, vizcachas, venados, tarucas, cóndores, entretros.

Mientras que los impactos del cambio climático en la agricultura son:

- Las granizadas, heladas, lluvias intensas y sequías/veranillos que afectan fuertemente a los cultivos en las fases de floración y crecimiento. Las plantas sufren por falta o abundancia de agua y provocan grandes pérdidas de producción.
- Las pérdidas de tierras agrícolas por derrumbes, huaycos y las inundaciones.
- El aumento de temperatura y humedad provocan el incremento de plagas y enfermedades, y disminuye la producción de la papa, el maíz, las frutas, entre otros

cultivos.

- El aumento de la temperatura, también provoca la rápida maduración de las plantas. Por ejemplo: el maíz vano (vacío) y de la papa diminuta.
- “Las lluvias se inician con retraso, empezaban en setiembre hasta marzo, ahora es a fines de noviembre o diciembre.” (PACC/PREDES-CBC, 2012)

1.2.6 FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es un proceso de suma importancia para la biosfera porque convierte la energía de la radiación solar en energía química que puede ser usada por todas las formas de vida. Para la fotosíntesis la planta utiliza la radiación fotosintéticamente activa (PAR) que está en el rango entre 400 a 700nm. (Kraub 2003).

La fotosíntesis comprende dos reacciones globales diferenciadas. En la primera se realiza la transducción de energía, y en la segunda la reducción y fijación del carbono. Este conjunto complejo de dos reacciones ha sido objeto de intensa investigación y ha resultado en la postulación de dos conceptos fundamentales para las reacciones fotoquímicas; el primero se refiere al concepto de unidad fotosintética (Emerson y Arnon 1932) y el segundo el concepto de dos fotosistemas (Hill y Bendal, 1960). De acuerdo al primer concepto en todos los sistemas fotosintetizadores (bacterias, algas verdes unicelulares y plantas) los pigmentos que absorben la luz se dividen en dos grupos, los que absorben y transfieren la energía hacia el centro de reacción y los que conforman este centro que constituyen un tipo particular de moléculas de clorofila (Chl a P680 y Chl a P700) y que llevan a cabo la reacción fotoquímica (Zeinalov 2005). De acuerdo al segundo concepto la luz induce una transferencia de electrones vectorial que requiere la cooperación de dos tipos de fotosistemas llamados I y II (PSI y PSII) los cuales funcionan como una maquinaria fotoeléctrica, aquí el agua es usada

como donador de electrones que induce una separación de cargas en el PSII, con la liberación de O₂ como bioproducto. En el PSI, la reducción del aceptor terminal dona un electrón a la ferredoxina el cual es usado para reducir NADP⁺ que finalmente se utiliza en la conversión de CO₂ a carbohidratos. El flujo de electrones en el PSII y PSI está ligado a una serie de reacciones de transferencia de electrones a través de plastoquinonas, el complejo citocromo b₆/f y la plastocianina. Todas estas reacciones están acopladas al consumo y liberación de protones en ambos lados de la membrana tilacoidal formando una diferencia de potencial electroquímico necesario para la síntesis de ATP con la intermediación de la ATPasa protónica. Tanto el PSII como el PSI tienen su propio centro de pigmentos antena formados por clorofila (chl) y moléculas de carotenoides (Kraub, 2003). Los cuatro complejos que permiten la fotosíntesis se distribuyen en el cloroplasto: PSII en el grana, PSI en las lamelas, ATPasa en las lamelas y el complejo de citocromo en el grana y sus márgenes (Ben-She y Nelson, 2004).

Las características fundamentales del aparato fotosintético de los vegetales superiores pueden resumirse así. Las plantas desarrollan un vástago el cual dispone de una superficie asimilatoria constituida por hojas. En las células de éstas hay pequeños corpúsculos hasta de unos 4 μm de diámetro, llamados cloroplastos, que contienen clorofila, pigmento responsable de la absorción de la energía radiante incidente. Dichos corpúsculos albergan un sistema enzimático que cataliza la reducción del CO₂ atmosférico mediante la energía radiante de longitud de onda comprendida entre 400 y 700 nm. El cloroplasto contiene un sistema membranoso característico de una gran superficie donde ocurre la absorción de la luz por las moléculas de los pigmentos fotosintetizantes, así como la transferencia de la energía (reacciones fotoquímicas). En la matriz, que rodea al sistema membranoso, del estroma, se realiza la fase bioquímica del proceso fotosintético. (Medina, 1977).

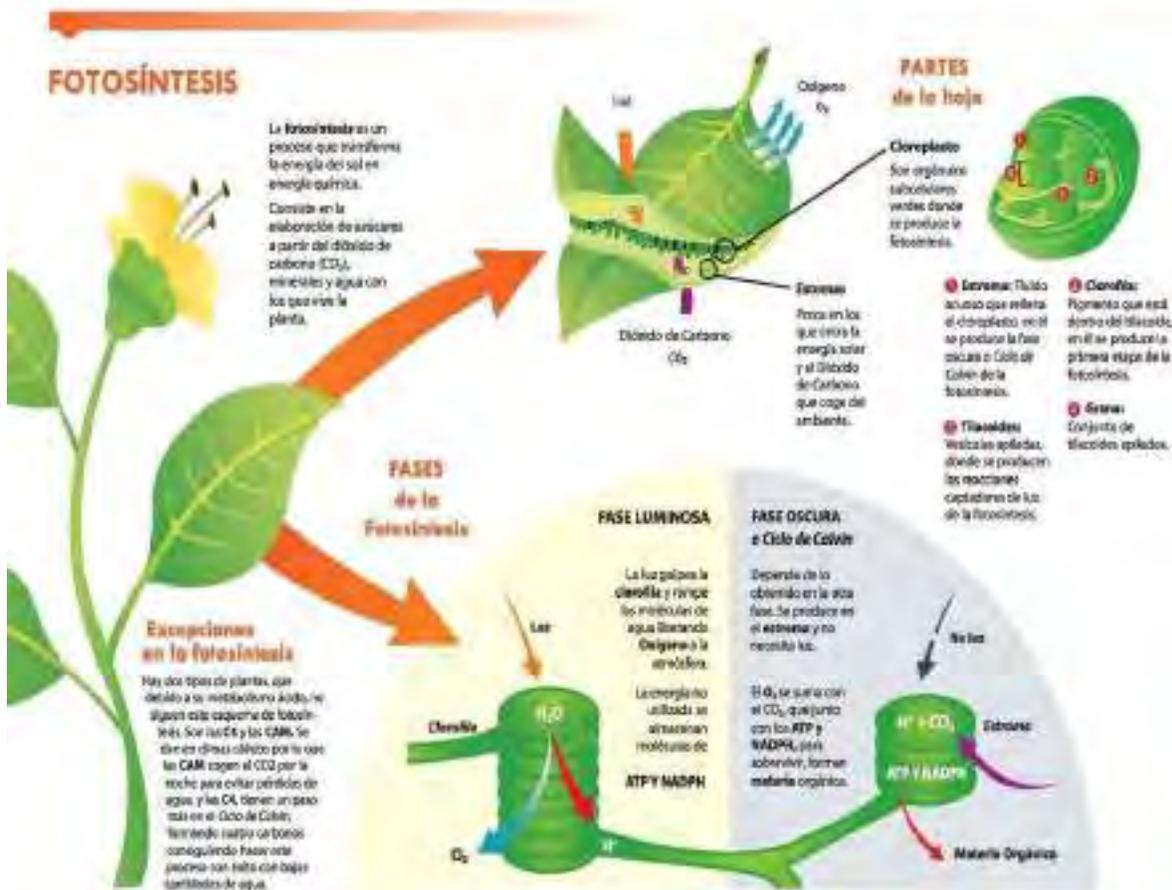


Figura 3. Fases de la Fotosíntesis

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/11/24/fisiologia-vegetal-la-fotosintesis-el-proceso-que-alimenta-al-mundo/>

1.2.6.1 RESPIRACIÓN VEGETAL

En 1804 Theodore de Saussure detectó el fenómeno respiratorio de las plantas. Sobre la respiración de las plantas, realizó minuciosos experimentos con semillas en las que observó que el oxígeno circundante desaparece durante la germinación, reemplazándose simultáneamente por un volumen semejante de dióxido de carbono. Hoy en día se conoce que las plantas respiran por todos sus órganos: raíz, tallo, hojas, flores y frutos. La respiración no necesita la luz solar, se realiza indistintamente con luz o en la oscuridad, en las mitocondrias. Ocurren múltiples pasos oxidativos, cada uno catalizado por una enzima específica.

La respiración es la central energética que dirige las fuerzas celulares necesarias para la biosíntesis, el mantenimiento celular y el transporte activo en plantas, está acoplada a la producción de ATP, poder reductor, esqueletos de carbono y es el proceso que provee numerosos sustratos para las reacciones de biosíntesis en el citoplasma. La demanda y oferta de estos metabolitos producidos a partir del proceso respiratorio varía dependiendo del tejido particular, el estado de desarrollo de la planta y de factores medio ambientales (Douce y Neuburger, 1989)

Adicionalmente, es un proceso que libera grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera, a nivel global se ha calculado que las plantas terrestres liberan como producto de la respiración aproximadamente 60 gigatoneladas de carbón por año a la atmósfera (Schimel, 1995).

La respiración incluye el proceso de glucólisis que ocurre en el citosol, el ciclo del ácido cítrico mejor conocido como ciclo de Krebs, que ocurre en la matriz de la mitocondria y la cadena de transporte de electrones que ocurre en la membrana interna del mismo organelo (Atkin y Tjoelker 2003). En términos generales, la glucólisis es un proceso en el que la sacarosa es dividida en dos azúcares de seis carbonos, los cuales entran a la cadena de reacciones y son convertidos en piruvatos que al perder un átomo de carbono, ingresan al ciclo de ácidos tricarboxílicos como Acetil-CoA, en la mitocondria; adicionalmente se obtiene energía química en forma de ATP en pequeñas cantidades, poder reductor en forma de NADH y algunos ácidos inorgánicos como el malato (Rocha et ál. 2010).

Dentro de la mitocondria se desarrollan las dos fases siguientes de la respiración; en la matriz de este organelo se encuentra la maquinaria enzimática necesaria para dirigir el conjunto de reacciones del Ciclo de Krebs, en las cuales se obtienen productos, dióxido de carbono (CO₂) y precursores de otras rutas metabólicas de importancia para la célula, adicionalmente se genera una gran cantidad de poder reductor y se sintetiza ATP (Van der Merwe et ál. 2010).

Finalmente, la última fase respiratoria, la fosforilación oxidativa, es un

proceso que está acoplado a varios complejos, en su mayoría proteicos, que se encuentran embebidos en la membrana interna de la mitocondria y que consiste en una serie de reacciones de oxido-reducción que finalmente reducen la molécula de oxígeno, obteniendo como resultado agua. Durante la ocurrencia de esta cadena de transporte de electrones se utiliza la mayor parte de poder reductor generado en las fases anteriores y se genera un gradiente de concentración de protones hacia el espacio intermembranal con el cual se dirige la síntesis de ATP en una de las formas más eficientes y comunes en los organismos aeróbicos (Kadenbach et ál. 2010).

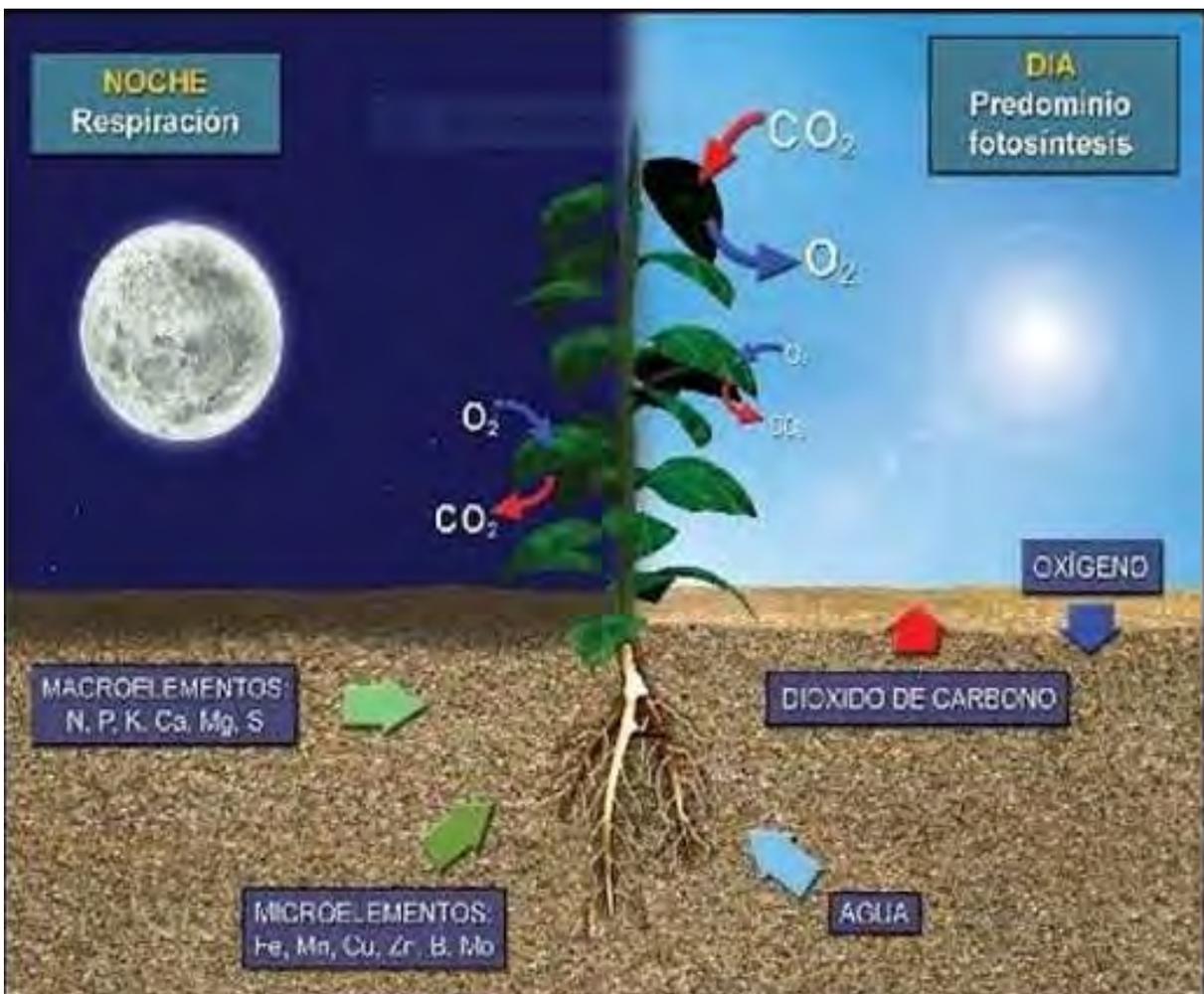


Figura 4: Respiración vegetal, (<https://www.ecologiaverde.com/cuando-respiran-las-plantas-3430.html>)

1.2.6.2 LA HOJA

La apariencia y anatomía de las hojas típicas reflejan su capacidad para el intercambio gaseoso y la absorción de la radiación. Una estructura que absorba la radiación necesita ser ancha y delgada, y orientarse en ángulos rectos hacia la fuente de radiación para alcanzar su máxima eficiencia. Del mismo modo, para un intercambio de gases eficiente se requiere una lámina delgada que ofrezca el máximo de área por unidad de peso. Lo Único que limita la delgadez de la hoja es la necesidad de poseer algo de tejido de almacenaje y de soporte, así como sistemas de transporte. Sin embargo, un intercambiador de gases eficaz es también un evaporador eficiente. Por lo demás, una estructura en forma de hoja sin ninguna cubierta protectora se secaría rápidamente. La epidermis con su cutícula protege a la hoja de la desecación, pero también reduce el intercambio gaseoso a niveles muy bajos. El sistema de pequeños poros o estomas, a través de los cuales difunden los gases, así como los pasadizos aéreos dentro de la hoja, son sorprendentemente eficaces para el intercambio de dióxido de carbono, en tanto que reducen la evaporación. Las hojas de numerosas plantas también se modifican de manera que les permite almacenar alimento y agua o desempeñar otras funciones (por ejemplo, zarcillos, espinas, etc.). La función fundamental de una hoja 'normal es la manufactura y exportación de alimento. Puesto que éste se produce en células parenquimatosas, debe colectarse y transportarse. Las hojas son muy vascularizadas; las nervaduras principales se subdividen en numerosas y diminutas nervaduras que se ramifican en diversos patrones por todo el tejido foliar, de manera que ninguna célula parenquimática está más allá de unas cuantas células de una nervadura. Los haces están incluidos en vainas de células parenquimatosas; esa vaina fascicular parece estar implicada en el transporte de alimento desde las células foliares al haz vascular y, en ciertas especies, también en los estadios finales de la fotosíntesis (Bidwell, 1979).

Las hojas se adaptan de diversas maneras a condiciones ambientales particulares. En casos extremos, como en algunos cactus del desierto, las hojas desaparecen totalmente como órganos de fotosíntesis, función que está a cargo

del tallo. Sin embargo, en plantas que poseen hojas normales, se pueden producir amplias variaciones. Las modificaciones de las especies incluyen una diversidad de mecanismos que reducen la pérdida de agua en plantas xeromórficas: pelossuperficiales, estomas hundidos, arrollamiento de los limbos, etc. Aun en una sola especie, o en una misma planta, pueden ocurrir considerables variaciones en respuesta a situaciones ambientales y fisiológicas. Las hojas que se desarrollan a la sombra tienden a ser más delgadas con una pequeña capa empalizada (células parenquimatosas principales responsables de la fotosíntesis) y espacios de aire grandes y bien desarrollados. Las hojas de sol, en cambio, tienden a poseer una capa empalizada más gruesa y compleja, lo cual mejora su capacidad para atraparla luz, pero carecen de espacios aéreos bien desarrollados. (Bidwell, 1979).

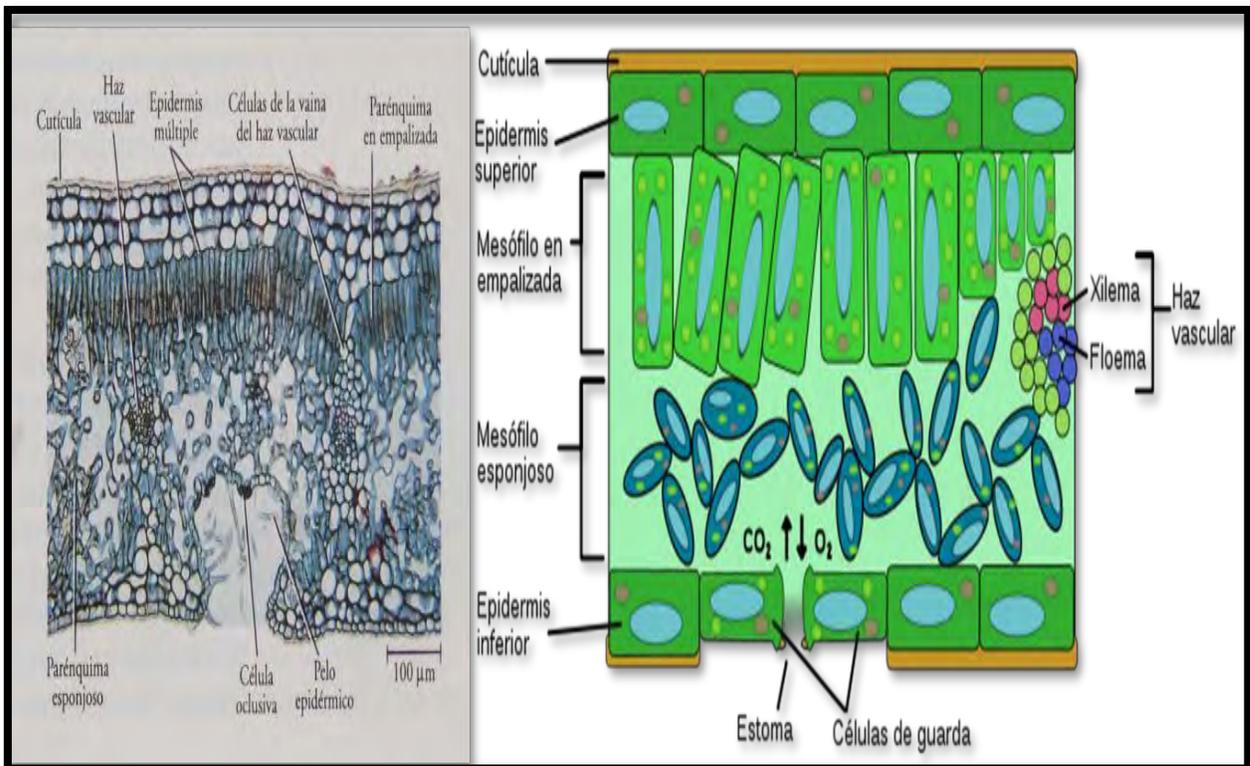


Figura 5: Partes microscópicas de una hoja, (Curtis 1996)

Las células fotosintéticas de las hojas son células parenquimáticas de dos tipos: parénquima en empalizada, constituido por células alargadas y rollizas ubicada justo por debajo de la superficie superior de la hoja y parénquima

esponjoso, que consiste en células de contorno irregular situados en el interior de la hoja, con grandes espacios intercelulares. Estos espacios están llenos de gases que incluyen vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono. La mayor parte de la fotosíntesis ocurre en las células en empalizada, las cuales estas especializadas para interceptar la luz (Bidwell, 1979).

El parénquima en empalizada y el parénquima esponjoso constituyen el tejido fundamental de la hoja, conocido como mesófilo (en medio de la hoja). El mesófilo está casi herméticamente envuelto por las células epidérmicas, que secretan una sustancia será llamada cutina. La cutina forma la cubierta, la cutícula sobre la superficie externa de la epidermis. Las células epidérmicas y de la cutícula son transparentes, permitiendo que la luz ingrese en las células fotosintéticas (Bidwell, 1979).

Las sustancias entran y salen de las hojas a través de dos estructuras completamente diferentes: los haces vasculares y los estomas. El agua y los minerales disueltos son transportados a las hojas y los productos de la fotosíntesis son transformados fuera de ellas, por medio de los haces vasculares. Los haces vasculares, que son conocidos en las hojas como nervios, atraviesan los peciolo (pedicelo de las hojas) y se continúan con los tejidos vasculares del tallo y la raíz (Bidwell, 1979).

1.2.6.3 LOS ESTOMAS

La palabra estoma proviene del griego stoma, que significa boca. Los estomas se encuentran distribuidos en todas las hojas (en mayor cantidad en la superficie abaxial), y en tallos de crecimiento primario, son microscópicas. El número de estomas por milímetro cuadrado de superficie varía en los vegetales. Los estomas son modificaciones epidérmicas del tejido de protección, en la estructura primaria de la planta, que establecen el intercambio de los gases (CO_2 y O_2) entre los tejidos internos y el ambiente, a través de pequeñas aberturas, denominadas ostiolo. Por debajo del estoma y como consecuencia del ensanchamiento de los espacios intercelulares se forma una cavidad llamada

cámara subestomática, la cual está en comunicación con toda la red de meatos de los tejidos vecinos. Las paredes de las células estomáticas se hallan fuerte y desigualmente engrosadas, a menudo con bordes a lo largo de los márgenes superiores e inferiores de las aberturas; en contraste con las células ordinarias epidérmicas, las células estomáticas contienen cloroplastos y éstos se encuentran indirectamente involucrados en la apertura y cierre de los estomas en algunos casos. Estos cloroplastos no realizan fotosíntesis debido a que las paredes de las células tienen paredes bastante gruesas. La cantidad, distribución, tamaño, forma y movimiento de los estomas son características específicas que pueden variar según la situación de la planta y también individualmente. Los estomas cumplen un papel importante y vital en el mantenimiento de la homeóstasis de la planta, de allí la importancia de conocer tanto su número como la forma en que estos poros se abren y cierran; también los factores que controlan estos procesos (Parés, J. et al. 2004).

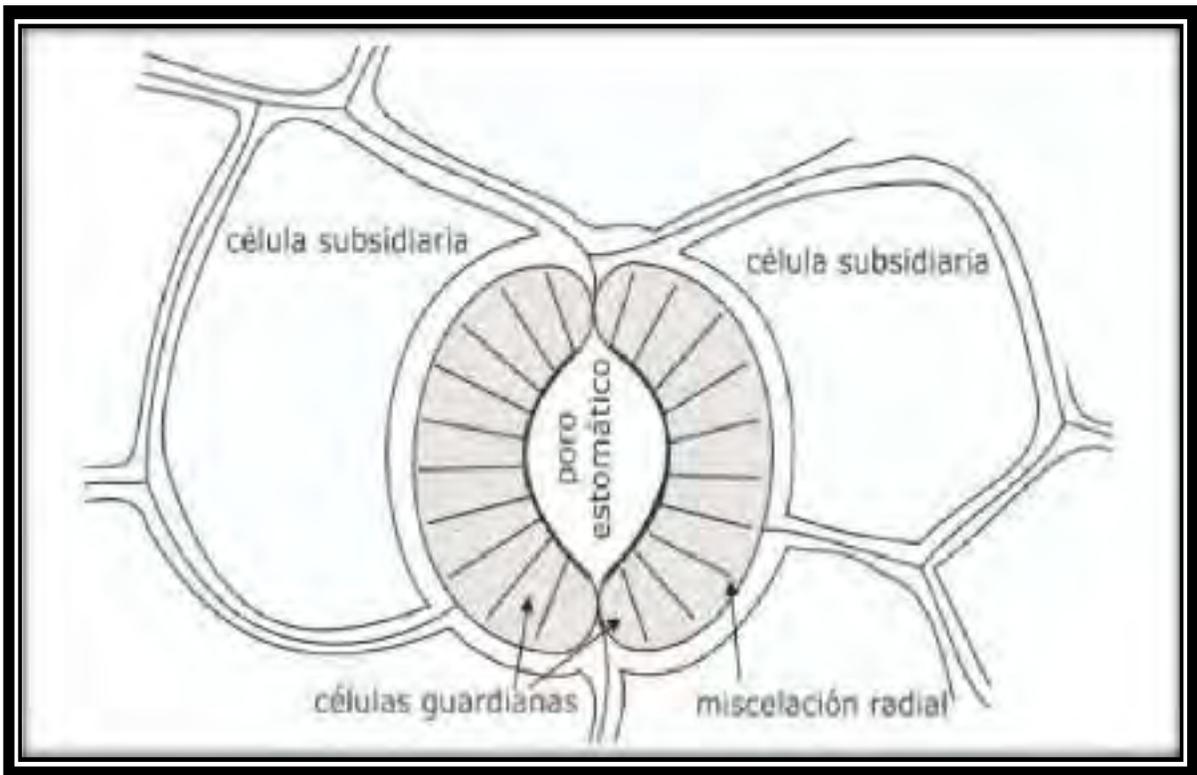


Figura 6: Morfología del Estoma, (Squeo & Leon, 2007).

Los estomas, son las principales estructuras anatómicas por donde ocurre la transpiración. El aparato estomático típico está conformado por dos células guardianas u oclusivas, un poro estomático formado por estas dos células; y las células subsidiarias o accesorias que se ubican junto a cada célula guardiana. Se desarrollan principalmente en la epidermis de las hojas, pero existen en otros órganos. Dentro de la hoja, el agua líquida que se encuentra en la superficie de las células se evapora y difunde hacia los espacios intercelulares que existen en el parénquima. Si los estomas están abiertos, la diferencia de presión de vapor provoca la pérdida del mismo hacia la atmósfera. Las moléculas de CO₂ siguen esta misma ruta, pero con una dirección inversa, marcando la condición de simultaneidad del proceso de fotosíntesis y transpiración (Squeo & León, 2007).

A) MECANISMO FISIOLÓGICO DE APERTURA Y CIERRE ESTOMÁTICO.

La apertura del estoma requiere un incremento en la turgencia de las células oclusivas mientras que el cierre requiere una disminución de esta. El aumento de turgencia en las células guardianas requiere de la entrada de agua, la que es explicada por una disminución del potencial osmótico dentro de la célula. Originalmente, se presumía que la conversión reversible de azúcar a almidón determinando la disminución de potencial osmótico de las células guardianas, pero los experimentos de Fischer y Hsiao mostraron la absorción del ión potasio (K⁺) como mecanismo primario en la apertura estomática. La entrada de K⁺ es acompañada, en algunas especies, por la de aniones como el cloro (Cl⁻) los cuales balancean la carga positiva de K⁺. También, la salida de H⁺ a través de una ATPasa, que es activada por un receptor de luz ubicado en los cloroplastos, genera el gradiente electrosmótico que determina la entrada de K⁺ a las células guardianas. El ácido abscísico (ABA)* juega un papel en la regulación de la conducta estomática que junto al Ca²⁺, inducirían al cierre estomático. En su acción en las células guardianas,

el ABA estimularía la acumulación de calcio en el citosol como un mensajero secundario promoviendo la apertura de los canales de aniones y de salida de K^+ e inhibiendo los canales de entrada de K^+ . Mientras más iones K^+ (y sus aniones acompañantes) dejen el citosol y menos entren, el agua sale de las células guardianas y éstas pierden turgencia. Sin embargo, cuando el estrés hídrico se desarrolla con rapidez los estomas se cierran antes de que el ABA comience a acumularse en el tejido (Squeo & León, 2007).

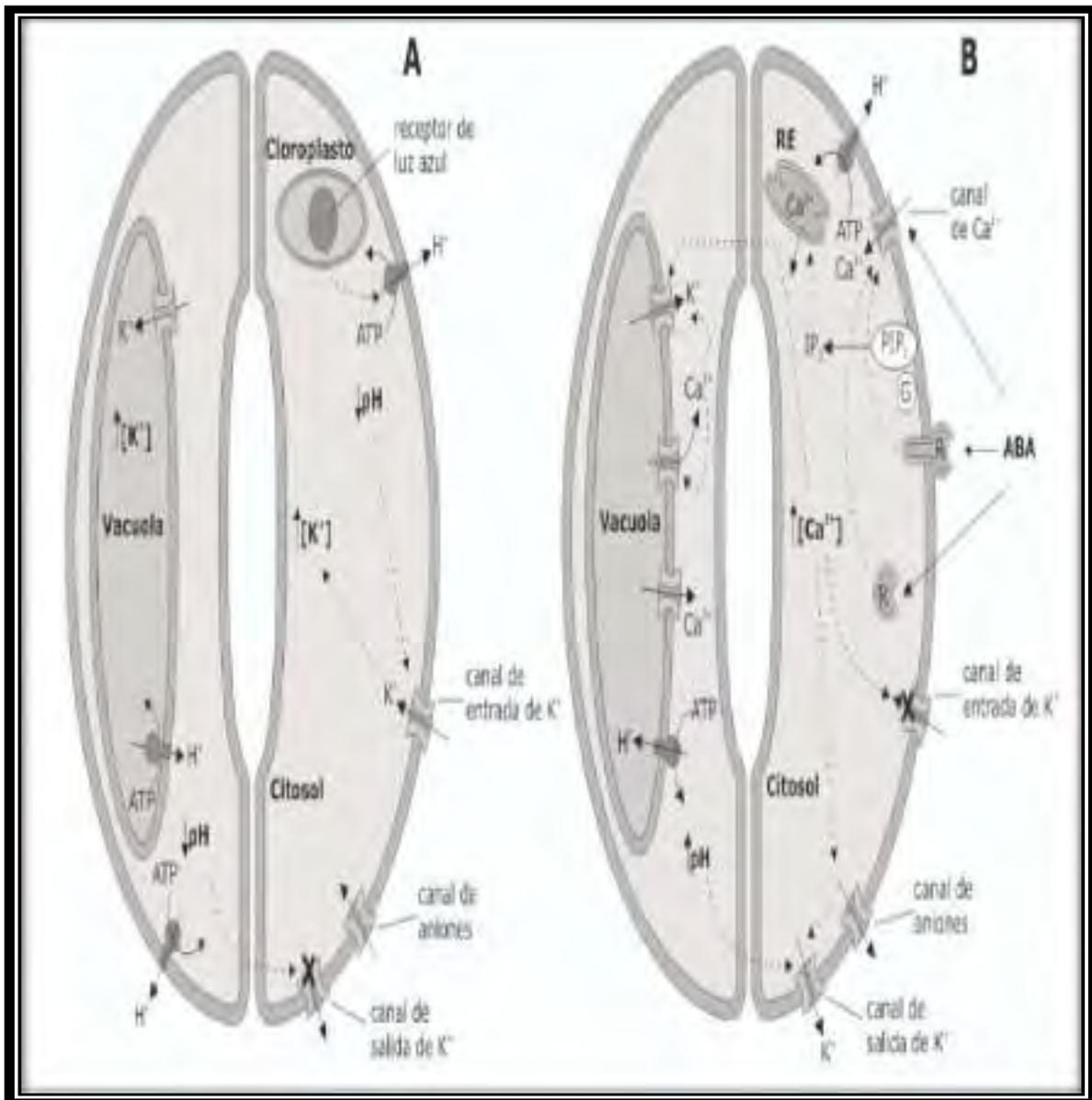


Figura 7: Fisiología del Estoma, (Squeo & León, 2007).

B) TRANSPIRACIÓN- INTERCAMBIO DE GASES

A los primeros fisiólogos les extrañaba que los gases parecían difundir libremente hacia fuera y hacia dentro de las hojas no obstante el hecho de que sus superficies estuviesen cubiertas con una cutícula impermeable perforada solamente por poros diminutos. Debido a que los poros, o estomas, representan no más del 0.1% del área superficial foliar, podría esperarse que la difusión fuera extremadamente baja. Sin embargo, los experimentos demuestran, por el contrario, que los gases pueden entrar y salir con gran rapidez. Además, pronto se puso en claro que sin duda el gas atraviesa los estomas, puesto que se produce escaso intercambio gaseoso a través de las superficies foliares carentes de estomas. La mayor parte de la cutícula parece ser relativamente impermeable al oxígeno, dióxido de carbono y agua, los principales gases en estudio (Squeo & León, 2007).

C) CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA

La conductancia estomática estima la tasa de intercambio gaseoso (es decir, consumo de dióxido de carbono) y la transpiración (es decir, pérdida de agua) a través de los estomas de la hoja, determinadas por el grado de apertura estomática (y por lo tanto de la resistencia física al movimiento de gases entre el aire y el interior de la hoja). Por consiguiente, la conductancia estomática es una función de la densidad, tamaño y grado de apertura de los estomas; al tener mayor cantidad de estomas abiertos se obtiene una mayor conductancia, lo cual indica, subsecuentemente, que las tasas de fotosíntesis y transpiración son potencialmente más altas. Los porómetros portátiles les proporcionan mediciones rápidas de la conductancia estomática de la hoja en ensayos de experimentos bajo riego, aunque no es una medida recomendada para ensayos bajo estrés hídrico (a menos que éste sea muy leve), ya que los estomas se encuentran generalmente cerrados (Pietragalla, J. y Pask, A. 2013).

Una disminución de la rápida de la presión, una tasa de flujo de gases rápido, o un gradiente de humedad relativa (RH) rápidamente cambiante a través

del instrumento, indican que la resistencia a la conductancia de gases es relativamente pequeña y, por lo tanto, que la conductancia estomática es alta. Los resultados pueden ser usados como un indicador de la tasa de fotosíntesis. La heredabilidad de la conductancia estomática es razonablemente alta, y se correlaciona altamente con el rendimiento; una mayor conductancia en hojas bajo temperaturas altas ha sido asociada con temperaturas más frías en el dosel. Las investigaciones en el CIMMYT han demostrado que los incrementos en el rendimiento de las líneas de trigo del CIMMYT en ambientes favorables durante un periodo de 30 años, reflejan incrementos proporcionales en la conductancia de la hoja (Pietragalla, J. y Pask, A. 2013).

La conductancia estomática, es un parámetro que se relaciona con la apertura y cierre de los estomas, lo cual permite establecer la cantidad del intercambio de moléculas de agua entre la planta y la atmósfera (Lambers *et al.*, 1998).

D) ESTADO ESTACIONARIO CON DECAGON: SC-1

Según el Leaf Poromete, (2017), consiste en una cámara abierta que se sujeta efectivamente en la superficie de la hoja y el vapor de agua liberado a través de los estomas establece un gradiente de HR a lo largo de la cámara. El instrumento monitorea la HR en dos puntos a lo largo de la trayectoria de flujo y, una vez que el gradiente de flujo alcanza un estado estacionario, calcula y muestra la difusión de la conductancia en la hoja (el recíproco de la resistencia). Una hoja con un gradiente cambiante muy rápidamente indica que los estomas se encuentran relativamente abiertos.

Las mediciones deberán tomarse cuando el cielo se encuentre despejado y con sólo un viento muy ligero. Las condiciones de operación del porómetro son de 5 a 40°C y entre 10 y 70% de HR. Es importante que la superficie de la hoja se encuentre seca y no húmeda, ya sea por rocío, riego o lluvia. Tomar medidas de conductancia estomática sólo en experimentos razonablemente bien regados, ya que la porosidad puede ser muy baja en ensayos de sequía como para obtener

datos confiables.

Las medidas pueden tomarse en cualquier etapa de desarrollo de la planta y/o en intervalos regulares desde mediados de macollamiento hasta llenado de grano tardío, dependiendo de los objetivos del experimento/ momento de mayor estrés. Para realizar una comparación de genotipos, no es recomendable tomar mediciones durante espigamiento y floración, donde las diferencias en fenología entre los genotipos pueden confundir los resultados. Típicamente, se toman una o dos mediciones entre mediados de macollamiento y finales de embuche, y posteriormente una o dos medidas durante llenado de grano.

1.2.7 LA BIOMASA

La biomasa de las comunidades vegetales es la cantidad de material vegetal o la suma total de la materia viva que se encuentra en un ecosistema en un período determinado, expresado en peso de materia seca (toneladas) por unidad de área (Brown, 1997).

La biomasa es un depósito importante de los gases de efecto invernadero (GEI) y contribuye al almacenamiento de carbono en el suelo a través de la acumulación de la materia orgánica (Brown, 1997).

La cantidad de biomasa en un bosque es el resultado de la diferencia entre la producción de fotosíntesis y el consumo por la respiración. Por lo tanto, es una medida útil para evaluar los cambios en el bosque (Brown, 1997).

Los cambios en la densidad de la biomasa forestal se producen a través de la sucesión natural; actividades humanas tales como silvicultura, cosechas y degradación; y los impactos naturales por los incendios forestales y el cambio climático. La densidad de la biomasa también es una variable útil para comparar la estructura y los atributos funcionales de los ecosistemas forestales en una amplia gama de condiciones medioambientales (Brown, 1997).

1.2.7.1 IMPORTANCIA DE LA BIOMASA

Los estudios de biomasa son importantes porque enseñan la distribución de la materia orgánica en el sistema y se han usado con diferentes propósitos como: cuantificación en la cantidad de nutrientes en los ecosistemas, determinación de la fijación de energía en los ecosistemas forestales, descripción cuantitativa de ecosistemas y fuentes de biomasa disponible, evaluar cambios en la estructura del bosque; todos imprescindibles para comprender el ecosistema forestal, al igual que evalúan los efectos de la intervención sobre el ecosistema que repercuten en equilibrio del mismo (Brown & Lugo, 1984). La biomasa de forestales es también muy pertinente para cuestiones relacionadas con el cambio global. Por ejemplo. El papel de los bosques en los ciclos biogeoquímicos mundiales, especialmente el ciclo del carbono y su relación con el efecto invernadero, ha aumentado la estimación de la densidad de biomasa de los bosques. (Brown, 1997).

La biomasa de los bosques proporciona estimaciones de carbono en la vegetación ya que aproximadamente el 50% de ella es carbono. Por consiguiente, la biomasa representa la cantidad potencial de carbono, que se puede agregar a la atmósfera como dióxido de carbono (Brown, 1997).

La información de biomasa, se usa para diferentes propósitos como:

- a) Estimación del contenido de carbono en el bosque.
- b) Cuantificación de la cantidad de nutrientes en los ecosistemas.
- c) Determinación de la fijación de energía en ecosistemas forestales.
- d) Descripción cuantitativa de ecosistemas y fuentes de biomasa disponibles.
- e) Evaluar cambios en la estructura del bosque (Brown, 1997).
- f) Cuantificación de la cantidad de gases de efecto invernadero que no se libera evitando la deforestación.
- g) Cuantificación del incremento y rendimiento de bosques y crecimiento –productividad (Chave, J. et al., 2005).

1.2.7.2 METODOLOGÍAS PARA EL MUESTREO DE BIOMASA

Existen métodos directos e indirectos para estimar la biomasa de un bosque. El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco. Una forma de estimar la biomasa con el método indirecto es a través de ecuaciones y modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión entre las variables colectadas en terreno y en inventarios forestales (Brown, 1997).

1. METODOLOGÍA DIRECTA

Los métodos directos implican determinaciones, estas no son posibles en grandes extensiones forestales, siendo usadas en parcelas de muestreo en la población a fin de ajustar y calibrar modelos empleados para estimar biomasa. (Bellota, 2015).

Muestreo destructivo: Esta metodología está basada en el peso directo de los diferentes componentes de un bosque usando una balanza. Se aplica generalmente para los componentes menores como: el peso de arbustos, hierbas, árboles con diámetro menor a 3 cm, madera muerta con diámetro menor a 10 cm, hojarasca y raíces finas. En el caso de los árboles de mayor tamaño, esta metodología se utiliza para obtener o verificar ecuaciones alométricas que relacionan la biomasa del árbol con variables medibles en el bosque como el diámetro del árbol. En este caso se prueba estadísticamente cuál de las variables medidas está más relacionada con la biomasa (Honorio & Baker, 2010).

2. METODOLOGÍA INDIRECTA

Los métodos indirectos implican estimaciones que deben estar basados en datos provenientes de determinaciones. De esta forma se puede decir que la mayoría de los estudios de biomasa forestal que se realizan son estimaciones y no determinaciones. (Bellota, 2015).

Muestreo no destructivo: Esta metodología permite hacer estimaciones indirectas de la biomasa usando ecuaciones alométricas. El diámetro del árbol es una variable relativamente fácil de medir en campo y estima muy bien la biomasa (Chave et al., 2005); sin embargo, para hacer comparaciones de stock de carbono entre diferentes lugares o tipos de bosques es necesario considerar otras variables como la altura los árboles y la densidad de la madera. Debemos tomar en cuenta que la variable que estima mejor la biomasa de los individuos arbóreos no siempre es la misma (Honorio & Baker, 2010).

1.2.7.3 ECUACIONES ALOMÉTRICAS

Es una relación matemática entre una variable independiente y una dependiente. La primera puede ser estimada a partir de métodos destructivos o a partir de parámetros biométricos estimados en campo directamente (DAP y altura). A partir de estos datos, se puede establecer el grado de relación entre ésta y alguna variable derivada como biomasa. Este es un método indirecto para la estimación de biomasa que consiste en generar ecuaciones y modelos calculados a partir de los datos generados en inventarios forestales o variables colectadas en campo mediante las cuales es posible estimar la biomasa a partir del volumen del árbol, en función de su densidad y un factor de expansión para determinar el peso seco total. (Brown & Lugo, 1984), donde los modelos de regresión se utilizan para convertir los datos de inventario en una estimación de la biomasa aérea (Chave *et al.*, 2005).

Los métodos alométricos permiten predecir la producción de biomasa de forma no destructiva, sin embargo, si se usan modelos para la estimación de biomasa que se hayan desarrollado en otras regiones, estos pueden presentar limitaciones, teniendo en cuenta que la variabilidad del ambiente puede influir en el régimen de crecimiento de los árboles (Álvarez, 2008).

A) ALOMETRÍA ARBÓREA SEGÚN: (Chave *et al.*, 2005)

Desarrolla modelos de regresión para convertir datos de inventarios en estimación de biomasa aérea. Estos modelos de regresión fueron probados para cuatro tipos de bosques: Bosques muy húmedos (bosques de tierras bajas con alta precipitación de 3500 mm/año), bosques nubosos montanos (donde la evapotranspiración excede las precipitaciones durante más de un mes, bosques húmedos (estos son bosques con una estación seca marcada, es decir de uno a cuatro meses y con precipitaciones que van desde 1500 a 3500 mm/año) y bosques secos (con precipitaciones por debajo de 1500mm/año con más de cinco meses de temporada seca); por ende en este trabajo se realizó el primer estudio que tenga validación de modelos de regresión de biomasa con un conjunto de datos recogidos en sitios que van desde bosques secos hasta bosques muy húmedos, también incluyen dos bosques de Manglares. Este conjunto de datos amplía considerablemente los estudios incluyendo nuevos datos para otros sitios. Se utiliza esta base de datos para generar los modelos simples y preguntar si se pueden encontrar patrones alométricos para árboles de diferentes ambientes. Para determinar la biomasa de un árbol toma en cuenta los siguientes datos registrados del inventario: el diámetro del tronco (a 130 cm sobre el suelo), la gravedad específica de la madera (peso secado al horno sobre el volumen verde), la altura total del árbol. La altura total del árbol no siempre está disponible en los inventarios de campo para lo cual también establece modelos de regresión sin considerar la altura total, es decir solamente tomando en cuenta los datos del diámetro y gravedad específica (Chave *et al.*, 2005).

B) ALOMETRÍA ARBÓREA SEGÚN: (Chave *et al.*, 2014)

La construcción del modelo Chave *et al.*, (2014) se basa en la regresión de una variable dependiente (es decir AGB: biomasa por encima del suelo), frente a una o varias variables independientes. Las variables incluidas en esta fórmula fueron: Diámetro D (cm), densidad específica de madera (g/cm^3), altura

total H (m), o una combinación de los mismos. Las mejoras a esta fórmula son posibles, especialmente explicando el hecho de que el estimador del error estándar (r) tiene incertidumbre.

Este modelo de regresión es aplicado para bosques más estandarizados, es decir está diseñado para cualquier tipo de bosques, desde bosques secos hasta bosques húmedos. La alometría de biomasa es grande por ello es necesario especificar con que tipos de bosques se trabajará y aplicar la fórmula correcta, abarcando un amplio rango de condiciones climáticas y tipos de vegetación (≥ 5 cm de diámetro del tronco). La relación genérica del diámetro-altura del árbol depende linealmente de una constante. Para los casos en que la altura total del árbol no esté disponible habrá inconveniente para hallar la estimación de la biomasa aérea, un modelo pantropical que incorpora la densidad de la madera, el diámetro del tronco y la constante (Chave *et al.*, 2014).

1.2.7.4 COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomazas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos. La importancia de considerar la cobertura vegetal en los estudios del medio biofísico radica en las interrelaciones que se dan en los procesos biológicos y procesos formadores de paisaje, el patrón espacial de las comunidades vegetales es fundamental en el análisis y el estudio de la producción primaria o secundaria para el manejo de bosques y de pastizales naturales. También tienen gran incidencia en los procesos de regulación del ciclo hidrológico y en la disminución de la pérdida de suelos (Martínez *et al.*, 2001).

CAPITULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

2.1.1 ÁREA GEOGRÁFICA DEL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY

El Santuario Nacional de Ampay (SNA) está ubicado en los distritos de Abancay y Tamburco, en la provincia de Abancay, departamento de Apurímac. Su extensión es de 3853.00 hectáreas, está en medio de los Andes conformando una especie de “isla biológica”. Además, forma parte del concatenamiento de los picos nevados de la Cordillera de Vilcabamba y de los Andes del sur. En el SNA se tiene un rango altitudinal que va desde los 2,900 m a los 5,235 m de altitud. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 13°33' Latitud Sur y 72°51' Longitud Oeste. En la sección sur y más baja del área se encuentra el majestuoso bosque de intimpas (*Podocarpus glomeratus* D. Don), objeto de conservación principal del SNA.

Tabla 1: UBICACIÓN DEL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY

Ubicación del Santuario Nacional de Ampay		
Departamento /Región:		Apurímac
Provincia:		Abancay
Distrito:		Abancay – Tamburco
Zona:		Urbana-rural
Región Geográfica:		Sierra
Altitud:		2,900 m - 5,235 m
Límites:	NORTE	Nevado de Ampay, Cerro Guerreana y Cerro Llaullipunku
	SUR	Con predios privados del sector de Q'erapata, quebrada Sahuanay, quebrada Ullpuhuayq'o, cerro Umaccata, manantial Q'anchispuquio.
	ESTE	Cerro Punkuq'asa, quebrada sin nombre, quebrada Phaqcha, Cerro Ccorhuani, terrenos de Cooperativa Agraria de Producción “Caminos del Inka”.
	OESTE	Quebrada Qanchispukyu, Cerro Punkuq'asa, quebrada sin nombre, Cerro Pajonal, laguna Willkaq'ocha, Cerro Taq'e.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas son los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

Las ANP constituyen patrimonio de la nación. Su condición natural debe ser mantenida a la perpetuidad pudiendo permitir su uso regulado del área y el aprovechamiento de recursos, o determinarse la restricción de los usos directos. La protección de estas áreas tiene como objetivo del Santuario Nacional de Ampay y según el SERNANP, 2008:

- Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos del S NA.
o Mantener muestras de los distintos tipos de comunidad natural, paisaje y formas fisiográficas, en especial de aquellos que representan la diversidad única y distintiva del país.
- Evitar la extinción de especies de flora y fauna silvestre en el S NA.
- Evitar la pérdida de diversidad genética en el S NA.
- Mantener y manejar las condiciones funcionales de las cuencas hidrográficas del SNA.
- Propiciar medios y oportunidades para actividades educativas, así como para el desarrollo de la investigación científica en el SNA.
- Proponer oportunidades para la recreación y el esparcimiento al aire libre en el SNA.
- Mantener el entorno natural de los recursos culturales, arqueológicos e históricos ubicados en su interior.
- Restaurar ecosistemas deteriorados en el SNA.

Las Áreas Naturales Protegidas por el estado con excepción de las Áreas de Conservación Privada, se establecen con carácter definitivo. La reducción física o modificación legal de las áreas del ANPES solo podrá ser aprobada por ley.

Las ANPES del país conforman en su conjunto el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (SERNAP, 2011).

2.1.3 EL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY

Fue establecido como Área Natural Protegida el 23 de Julio de 1987 por D.S. 042- 87-AG, con la categoría de SANTUARIO NACIONAL, con el principal objetivo de conservar un relicto de bosque de "Intimpa" *Podocarpus glomeratus* D. Don.

El Santuario Nacional de Ampay es una pequeña "isla biológica" dentro de los andes de Apurímac, forma parte del concatenamiento de picos nevados de la cordillera de Vilcabamba y los andes Sur orientales del Perú. El área del Santuario se encuentra entre 2900 a 5,252 de altitud y ocupa un área de 3811,84 ha. (SERNANP, 2008)

Entre los elementos más relevantes del Santuario se encuentran el admirado nevado de Ampay, cuya cúspide alcanza los 5,252 de altitud, los bosques naturales de tipo "húmedo montano bajo" en los que predomina la conífera conocida como "Intimpa" o "Árbol del Sol" (*Podocarpus glomeratus* Don), así como dos hermosas lagunas de cuenca cerrada. (SERNANP, 2008)

Por su ubicación, la formación boscosa de Ampay conformado por árboles de "Intimpa", es de trascendental importancia para el mantenimiento del entorno ecológico del ámbito urbano de Abancay, dado que el bosque funciona como una barrera de protección contra posibles desastres naturales que podrían poner en peligro a las comunidades y sector urbano de la ciudad. Además, el bosque influye en la regulación productiva de las principales fuentes del recurso agua y el clima benigno del entorno de la sub-cuenca del río Mariño, además de servir de hábitat a la flora y fauna propia del Santuario. (SERNANP, 2008)

2.1.4 BOSQUES DE *Podocarpus glomeratus*

La palabra "Intimpa" etimológicamente significa ÁRBOL DEL SOL. Proviene de la voz quechua INTI = SOL; y del dativo de pertenencia PA. Es como si dijéramos: "mamampa", "taytampa" (de su madre, de su padre) e Intimpa = del Sol (Castro L., 1974)

Es un árbol del orden de las Coníferas de la familia Podocarpaceae, del género Podocarpus y de la especie *P. glomeratus* DON. Alcanza 15 metros de altura y hasta 3 metros de diámetro en plantas adultas y antiguas. El bosque de "Intimpa" ocupa una extensión aproximada de 600 has (41% de la masa forestal del Santuario) con unos 600 árboles por hectárea, formando un ecosistema con un gran número de plantas endémicas (Hostnig & Palomino, 1997).

Una característica de las Podocarpaceas y particularmente de los árboles de "Intimpa", es su forma recurrente, es decir que las ramas se bifurcan desde el primer tercio inferior de la planta, presentado tanto un fuste principal como fustes secundarios. Este sistema de ramificación se llama monódica piramidal, porque los ejes laterales se desarrollan menos que el eje principal. Las ramas del segundo y tercer orden se bifurcan hacia su extremo apical, formando una copa frondosa cuya longitud supera los siete metros en árboles de gran desarrollo. Se reconoce a la distancia por su forma peculiar y color verde oscuro.

Su copa es globosa y aparasolada, su corteza externa de color marrón y escamosa.

Los tallos jóvenes presentan corteza superficial con pequeños canales o plegamientos longitudinales, semejantes a arrugas. El espesor de la corteza en los árboles maduros mide hasta 8 mm. y presenta una superficie externa áspera en árboles viejos. La corteza interna tiene una coloración marrón oscuro de textura fibro-laminar.

Las hojas son simples, enteras, sentadas, rígidas, de consistencia coriáceas, glabras, de forma lanceolada, con ápice agudo y punzante y están insertadas al tallo mediante un corto peciolo en disposición espiral. Miden de 3 a 5 mm. de ancho por 3 a 6 cm. de largo.

Las plantas femeninas producen flores solitarias de forma globular insertadas a las ramas, mientras que las plantas masculinas tienen flores fasciculadas. Los frutos producidos por las plantas hembras tienen forma de drupa y encierran una sola semilla esférica protegida por una capa dura. El proceso de polinización y fecundación ocurre durante los meses de noviembre

a enero, durante la época lluviosa (Hostnig & Palomino, 1997).

La mejor época para la cosecha de semillas es de mayo a agosto. Por cada 100 frutos hay sólo un 5 % de semillas viables.

La propagación puede realizarse en forma sexual mediante las semillas o en formavegetativa mediante esquejes.

El "K'allaloro" (*Aratinga mitrata*) es un ave que causa daño a los frutos de la Intimpadurante la fructificación, produciendo lesiones con su pico y la caída prematura de los frutos.

La importancia del bosque de *Podocarpus glomeratus*, no solo radica en la especie como "única en el Perú", sino como un ecosistema, en donde se relacionan muchas especies, realizando asociaciones, competencias, y un sin número de biotopos, que hacen de este bosque un lugar diverso, endémico y con relaciones intra e inter específicas muy fuertes, en la que una especie depende de otra para vivir.

Así mismo es imprescindible mencionar que el bosque de *Podocarpus* es un ecosistema con muchas asociaciones y conexiones con otras especies desde líquenes, musgos, plantas herbáceas, arbustivas, insectos, aves, donde la dinámica y composición de las poblaciones varía de acuerdo al estado de conservación del bosque (Martínez y Rechberger, 2007)

La "Intimpa" crece siempre asociada con otras especies arbóreas y arbustivas. Según orden de importancia tenemos: "ch'uyllur" (*Vallea stipularis*), "t'asta" (*Escallonia myrtiloides*), "ollanta" (*Clusia* sp.), "muti-muti" (*Duranta mandonii*), "pisccay" (*Prunus rígida*), "nockay" (*Cestrum conglomeratum*), "matecillo" (*Hydrocotyle ranunculoides*), "wankartipa" (*Duranta pentlandii*) y "ushpa-ushpa" (*Solanum* sp.). Otras especies más raras son: "unka" (*Mycianthes oreophylla*), "huamanq'ero" (*Styloceras laurifolia*), "chachacomo" (*Escallonia resinosa*), "pawka" (*Escallonia herrerae*) y "q'era" (*Lupinus platiphyllus*).

La alta humedad del medio ambiente le permite al bosque alojar gran cantidad de plantas epífitas (especialmente tillandsias y orquídeas), helechos

musgos, hongos, etc., constituyendo la riqueza floral del Santuario la gran variedad de orquídeas en diversos colores y formas, así como las diferentes especies de fucsias, bomareas, begonias, entre otras.

Clasificación Científica de *Podocarpus glomeratus* . (APG IV , 2016)

Reino: Plantae

División: Pinophyta

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Podocarpaceae

Género: Podocarpus

Especie: *Podocarpus glomeratus* D. Don



Figura 8: A) Árbol adulto de *Podocarpus glomeratus* B) Bosque de *Podocarpus glomeratus* en formación C) Fruto D) Flor femenina E) Flor masculina de *Podocarpus glomeratus*

2.1.5 AMBIENTE FÍSICO

2.1.5.1 GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología de la zona ha sido fuertemente influenciada por la Glaciación del Pleistoceno la cobertura volcánica del Cuaternario reciente y el depósito de materiales inconsolidados en los fondos de Valles Altoandinos. (Bowman- 1938).

El Santuario presenta una superficie variada, se aprecian accidentes geográficos como cerros con afloramientos rocosos, colinas, abras, laderas, escarpados, pequeñas cuencas hidrográficas de fuerte vertiente, lagunas, suelos inclinados con fuertes pendientes y muy escasos suelos planos (IDMA, 1998).

El relieve en general es bastante accidentado, con una configuración topográfica heterogénea con predominancia de elevaciones escarpadas (IDMA, 1998). Se presentan las siguientes unidades geomorfológicas.

- **Relieve montañoso medio**

Ubicado entre 2900 a 3800 msnm, el relieve topográfico predominante corresponde a laderas empinadas que han sido seriamente afectados por fuertes procesos erosivos y deslizamientos en zonas de pendientes mayores a los 70 grados, originando huaycos violentos mayores a los que ocurren hoy en día; del que existen huellas que indican tales procesos de geodinámica, presentando grandes planos inclinados o espejos de deslizamiento en el lugar denominado Minasniyoq (IDMA, 1998; DRTCVC, 2000).

Resaltan las morrenas glaciares que son indicio de la extensión antigua de nieve perpetuas, así como formaciones geomorfológicas llamadas Karst. Los fenómenos geodinámicos externos más recientes que han alterado el relieve en la parte baja del Santuario, fueron los huaycos (riadas grandes de fango y piedra o barrormorrénico) de los años 1954, 1956 y 1975, que arrasaron tierras agrícolas y viviendas campesinas en la microcuenca del riachuelo Sahuanay.

- **Relieve Montañoso Superior**

Se encuentra por encima de los 3800 msnm, dominado por picos y cumbres muy agudos y empinadas, y desérticos cubiertos por nieves formando farallones rocosos que han alcanzado su máximo proceso erosivo. El macizo del Ampay está compuesto en la parte alta por afloraciones rocosas que sostienen el aparato glaciar. Al pie del nevado existen depresiones lagunares igual que en el flanco sur, hay depresiones con rasgos de lagunas desaparecidas. El terreno presenta suelo calcáreo-limoso con poco humus y afloramientos rocosos de calizas abruptas solubles al agua. Sobre la cota de 4800 msnm, encontramos afloramientos rocosos muy empinados con áreas de escarpas casi verticales cubiertas de musgo y hielo, sujetos a la dinámica glaciar (congelación, tracción, etc.), la cual desprende grandes bloques que causan derrumbes y desplomes hacia sus valles y estribaciones, formando depósitos de piede monte (IDMA, 1998).

2.1.5.2 GEOLOGÍA

El área del Santuario Nacional de Ampay es un componente aislado de la Cordillera Vilcabamba, que se formó con el levantamiento de la Cordillera de los Andes correspondiente a la era del Cenozoico y el período geológico del Pleistoceno. Está constituido por rocas sedimentarias que inclusive en sus zonas de contacto producen metamorfismo y gran parte del llano está cubierto por depósitos cuaternarios fluvio-glaciares, aluviales y eluviales.

En el área de estudio afloran las siguientes unidades litoestratigráficas:

- **El grupo Copacabana**

Este grupo se puede apreciar en afloramientos masivos y estratificados, afectados por grandes presiones y altas temperaturas, que han originado plegamientos y fracturamientos, las que se pueden observar en la parte alta del Santuario, formando anti clinales y sinclinales, con una coloración gris blanquecina (DRTCVC, 2000).

Las lutitas en su mayoría son de color pardo y negro con contenido orgánico, de ambiente continental, y restos fósiles braquiópodos, corales que pertenece a un ambiente deposicional nerítico de aguas calientes, en la base de esta serie se observan intercalaciones de lutitas arenosas grises y rojizas (sector Molinopata, quebrada Ñaqchero). En la parte superior de Q'era pata aparece en bancos con intercalaciones de lutitas negras y algunas series carbonosas, las que se encuentran estratificadas en capas que varían desde pocos centímetros hasta dos metros de espesor (IDMA, 1998).

- **Grupo Mitu de Edad del Pérmico Medio Superior**

En el Diagnóstico del Santuario Nacional de Ampay (IDMA, 1998), se señala que el grupo Mitu son depósitos Continentales rojos compuestos por areniscas de grano grueso y lutitas arenosas rojas, conglomerados, feldespáticas brunáceas con bancos andesíticos, que sobreyasen al grupo Copacabana que aflora en las estribaciones del Ampay, observándose con mayor claridad en el sector de Sahuanay. El Grupo Mitu (palabra quechua que significa barro) está conformado por lutitas que se transforman en barro rojo por acción de la lluvia. Por la ausencia de fósiles, la edad del grupo Mitu sólo se puede afirmar por relación estratigráfica.

El cuaternario más antiguo, se trasladó a la base del nevado debido a aluviones de diversa magnitud, generando una planicie conocida como “caliche”, por su composición calcárea y el grado incipiente de compactación. En ella se asienta la ciudad de Abancay y otros poblados. A mayor profundidad las rocas del pérmico sirven de estancamiento a los materiales del cuaternario descritos; mientras que en las superficies afloran en toda elevación con mayor amplitud en la cima de nieves permanentes y en los farallones que sobresalen a las morrenas.

En la vertiente occidental del Ampay se pueden observar bancos de “Karren” que no son sino rocas calizas al desnudo, que por acción de la fuerza de las aguas adquirieron formas peculiares. En la vertiente sur, donde las rocas

calcáreas están cubiertas de vegetación, el Karst se presenta en forma de cavernas o grutas subterráneas, que se forman por la filtración constante de agua en las grietas, produciendo una reacción química en las calizas que las disuelve. La presencia de estalactitas y estalagmitas en las formas más variadas, las hacen atractivas para excursiones con fines educativos, (IDMA, 1998).

2.1.5.3 EDAFOLOGÍA

La mayor parte del Santuario corresponde a tierras de protección por limitación de suelo y fuerte pendiente, lo cual hace que esta zona sea considerada no apta para actividades agrícolas.

El paisaje edáfico, está formado por suelos pardo forestales entre los 2900 a 3450 msnm, cuyo origen son las lutitas negras con mantillos de 0,20 m. de profundidad; estos suelos podzoles pardo grisáceos que presentan buen drenaje, corresponden, sin embargo, por su fuerte pendiente a las clases VII y VIII, que determinan su vocación de uso como Bosque de Protección.

Los suelos del piso andino o puna, comprendidos entre los 3800 a 4500 msnm, son suelos de horizonte oscuro muy ricos en materia orgánica con cobertura de gramíneas. A medida que se extiende hacia las partes altas, se aprecian suelos pedregosos y abruptos de roquedales y peñascos; los suelos y vegetación de esta parte soportan drásticos cambios climáticos, bajas temperaturas en las noches y soleadas durante el día (IDMA. 1998).

Debido al frágil ecosistema, los suelos y la cobertura vegetal se desecan rápidamente durante el periodo de estío, en cambio durante los meses lluviosos el paisaje luce como alfombra cespitosa de suelo húmedo, con abundantes nieblas y nubosidad. Los suelos comprendidos entre los 3450 hasta los 3800 msnm, son podzólicos típicos en maduración inicial e intermedia, arcillosos y pardos grisáceos (IDMA. 1998).

2.1.5.4 HIDROLOGÍA

A) RIACHUELOS

El sistema hidrológico del Santuario está integrado por los riachuelos: Faqcha al lado este; Sahuanay y Ullpuhuaycco al sur y Ñaqchero al oeste. Estos riachuelos se caracterizan por la fuerte pendiente con capacidad de arrastre de sedimentos en gran cantidad y un poder erosivo vertical y socavamiento lateral, de acuerdo al período de precipitación sus caudales incrementan rápidamente con un período de duración corta, poniendo en riesgo a la población en la franja baja por la generación de huaycos en los meses de alta precipitación pluvial, sin embargo, en los meses de estiaje los niveles de las aguas se reducen considerablemente. (IDMA, 1998).

En las cabeceras existen manantes provenientes del deshielo del Nevado, entre los cuales podemos mencionar los de Qanchispuquio, Carayhuaq'o y Tehawasi; finalmente, los manantes de Visk'achayoq y Punkuq'asa ubicados en el sector Faqcha. El casquete glacial contribuye como regulador de aguas, tanto subterráneas como superficiales de deshielo, importantes en el mantenimiento del bosque, abastecimiento humano y actividad agrícola de las comunidades de Q'erapata, Ccorhuani, Moyocorral, Huayllabamba, Umaccata y Karkatera. (IDMA, 1998).

B) LAS LAGUNAS

El nevado Ampay, da origen a varias lagunas diseminadas en las atribuciones del macizo montañoso. La mayoría de éstas se encuentran ubicadas en el flanco sur del Santuario, entre las que destacan por su belleza paisajística las lagunas de Angasq'ocha (Laguna Chica) y Usphaq'ocha (Laguna Grande). (IDMA, 1998).

- **LAGUNA CHICA O ANGASQOCHA**

El nombre de “Angasq’ocha” puede interpretarse en quechua como “Laguna de los Flancos”, se encuentra ubicada dentro de una hoyada que hace que sus bordes sean casi perpendiculares entre sí. Su ubicación en pleno bosque de “Intimpas” (*Podocarpus glomeratus*), le otorgan una singular belleza paisajística. (IDMA, 1998).

El vaso de esta laguna glaciar, es de 80 m. de largo por 40 m. de ancho, ocupando una depresión geológica a los 3200 msnm. (IDMA, 1998).

Está asentada sobre depósitos morrénicos calcáreos del grupo Copacabana; los flancos escarpados, que dan origen a su nombre, se sitúan en los lados este y oeste cubiertos de una verde floresta con predominio de “Intimpas”, que reflejan sus copas en el espejo de la laguna. El color de sus aguas varía en diferentes tonalidades de verde según la época del año y la intensidad de la luz solar. Durante la época de lluvias la laguna puede alcanzar profundidad de 12 m, bajando a sólo tres metros en la estación seca (IDMA, 1998).

Angasq’ocha llega a su máximo nivel con un volumen de 125 000 m³ durante los meses de marzo y abril, temporada ideal para realizar diversas actividades de recreación. Posteriormente durante el estío, la laguna baja su nivel hasta en un 70%, a causa del material morrénico inestable de su base, que origina filtraciones subterráneas, así como por el fenómeno de evaporación (Hostnig y Palomino, 1997).

- **LAGUNA GRANDE O USPHAQOCHA**

La laguna de Usphaqocha, cuyo nombre quechua proviene de los vocablos Uspha (ceniza) y Qocha (laguna), responde a su particularidad de carecer de un desagüe, por lo que sus aguas no pueden ser utilizadas como fuente de riego. (Hostnig y Palomino, 1997). Ubicada a 400 m. de distancia de Laguna Chica, en dirección noreste y a 3750 msnm, presenta una forma de media herradura, con 450 m. de largo y 150 m. de ancho, en una extensión aproximada

de 52 000 m². En años lluviosos alcanza hasta 10 m de profundidad, acumulando 500 000 m³, pero en época de estío baja hasta la quinta parte. (Hostnigy Palomino, 1997).

El vaso lagunar está constituido por un depósito morrénico de material calcáreo, proveniente de la última glaciación del Nevado Ampay. La laguna es alimentada todo el año con el agua helada del deshielo del Nevado Ampay, y gran parte de su trayecto es por debajo del depósito de pie de monte y emerge a unos 300 m. arriba de la laguna en época de lluvias. En época seca, las aguas del nevado no afloran, ya que discurren en forma subterránea y alimentan la laguna desde el fondo. (Hostnigy Palomino, 1997).

Se ven esporádicamente la presencia de aves acuáticas como la “huallata” o “ganso andino” *Oressochen melanopterus*, que siempre aparece en pareja o en grupos, así como especies de patos entre los que destacan el “Pato Barcino” *Anas flavirostris*, uno de los habitantes más comunes de la laguna. (Hostnigy Palomino, 1997).

- **LAGUNILLAS GLACIARES**

Las aguas drenan en forma de riachuelos por los surcos hidrográficos por encima de los 4400 msnm hacia el pie del nevado, formando cascadas y a veces hermosos depósitos lagunares como las lagunillas de Willkaqocha, Tornoqocha e Isoqocha, de pequeñas dimensiones. (Hostnigy Palomino, 1997).

C) EL NEVADO

El nevado Ampay forma parte de un componente aislado de la Cordillera de Vilcabamba. Está cubierto por una impresionante masa de hielo y nieve perpetua, distinguiéndose los picos Apu-Ampay (5225 m de altitud), Apu Usphaqocha, Apu Ankasqocha y Apu Q'elloqaqa (Hostnig y Palomino, 1997).

La cumbre del nevado está formada por un campo de nieve perpetua,

levemente inclinado hacia el Nor-Este, de un kilómetro cuadrado de extensión. La cima del Ampay conforma un pequeño pico rocoso que emerge a un costado de la playa de nieve al borde de un abismo de aproximadamente 600 metros. En los flancos occidental y sur del nevado, el límite inferior de nieve y hielo es de 5000 m de altitud, debido a que los vientos cálidos procedentes de la quebrada del río Pachachaca en el occidente funden el hielo en formación (Hostnig y Palomino, 1997).

2.1.5.5 ECOLOGÍA

2.1.5.5.1 CLIMA

Según el mapa climático del Perú elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, la zona de estudio presenta un clima lluvioso semifrío con deficiencia de lluvias en otoño e invierno.

A partir de la data obtenida de la estación automática de la “Granja San Antonio”, ubicada en el distrito de Tamburco a 2804 m. (Tabla 2), La precipitación anual es de 1038.1 mm/año, diferenciando dos estaciones bien marcadas, un periodo lluvioso de noviembre a marzo con bastante nubosidad y con fuertes precipitaciones en los meses de enero y febrero, con 209.1 y 210.7 mm respectivamente; mientras que el periodo de estiaje presenta lluvias escasas, de abril a octubre, siendo muy poca la precipitación en los meses de junio y julio con 8.2 mm y 9.7 mm respectivamente.

La temperatura media anual es de 12.4°C, característico de un clima semifrío de puna, siendo los meses más fríos junio y julio.

**Tabla 2: Datos meteorológicos de la estación Granja San Antonio – Tamburco
(2804 m.s.n.m)**

[2009-2019]	Temperatura promedio (°C)	Precipitación promedio (mm)
Enero	12.9	209.1
Febrero	12.6	210.7
Marzo	12.5	145.8
Abril	12.6	66.2
Mayo	11.9	24.2
Junio	10.8	8.2
Julio	10.6	9.7
Agosto	11.3	18.3
Setiembre	12.9	16.1
Octubre	13.7	62.1
Noviembre	13.5	99.6
Diciembre	13.1	168.1
Temperatura promedio (°C)	12.4	-
Precipitación total (mm)	-	1038.1

Fuente: elaborado en base a los datos del SENAMHI de su estación meteorológica automática, en San Antonio, Tamburco, Abancay.

El climatodiagrama de la estación de San Antonio, ubicado a 2804 m., en el distrito de Tamburco, muestra que la variación climática de acuerdo a las estaciones del año, se evidencia ausencia de lluvias y mayor incidencia de rayos solares entre los meses de mayo a setiembre, siendo el clima frígido entre los meses de junio a setiembre debido a las bajas temperaturas; a partir del mes de noviembre se inician las primeras lluvias moderando la temperatura y a su vez aumentando las neblinas (Figura 9).

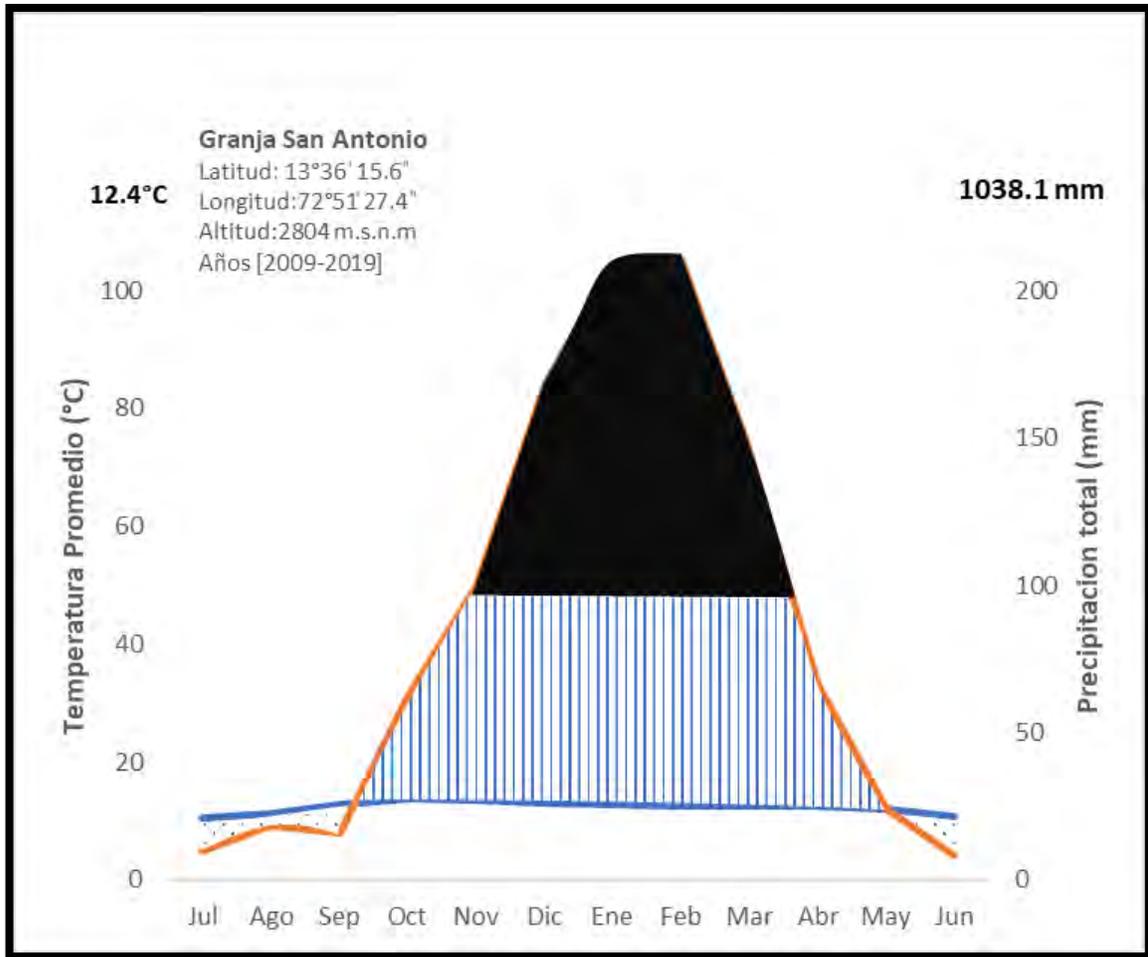


Figura 9: Climatodiagrama de la zona de estudio.

2.1.5.5.2 ZONAS DE VIDA

De acuerdo al sistema de Holdrige, las zonas de vida y/o formaciones vegetales que presenta son:

- Bosque seco montano bajo subtropical (bs-MBS)
- Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS)
- Bosque muy húmedo montano subtropical (bmh-MS)
- Paramo muy húmedo sub andino subtropical (pmh-SaS)
- Tundra pluvial andino subtropical (tp-AS)
- Nival subtropical (NS)

Esta diversidad ecológica en tan pequeña extensión, obedece a su orografía muy accidentada, la misma que ha generado microclimas variados que contienen una riqueza florística singular asociada con una fauna característica. (IDMA, 1998).

En la parte más baja es predominante *Escallonia herrerae* o "pawka", *solanácea arbustiva* y *Recoma staus* entre otras. (IDMA, 1998).

A los 3,450 m de altitud está situada la pequeña laguna de Ankasq·ocha, cuyas márgenes y laderas vecinas se encuentran densamente pobladas de un bosque muy húmedo Montano en el que predomina la "Intimpa" (*Podocarpus glomeratus*) asociada a otras especies de interés forestal pertenecientes a los géneros *Hesperomeles*, *Duranta*, *Oreopanax*, *Myrcianthes*, *Myrsine*, *Escallonia*, *Prunus*, *Citharexylum*, *Cornus*, *Styloceras*, *Potymnia* y *Randia*. (IDMA, 1998).

Por encima de la laguna en el bosque húmedo Montano, son frecuentes: *Escallonia Myrtilloides*, *Valea stipularis*, *Gynoxys*, *Saracha punctata*. (IDMA, 1998).

Por debajo de Laguna Grande a 3,600 msnm en hondonadas y pequeñas quebradas alternando con áreas cultivadas, se encuentran especies arbustivas de los géneros *Baccharis*, *Brachyotum*, *Lupinus*, *Miconia* y *Mutisia*. (IDMA, 1998).

En el área comprendida entre la Laguna Grande y el Pajonal de Paco-Paco, se observa asociaciones considerables de *Baccharis* que conforman un "bosque enano", de características particulares que va disminuyendo peligrosamente su población por estar sometida a una intensa tala con fines energéticos. (IDMA, 1998).

Por encima de Laguna Grande a 3,850 msnm, en la garganta que asciende al nevado del Ampay, y entre rocas, se encuentran asociaciones de *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles heterophylla*, con predominio de *Saracha punctata*.

Finalmente, en el pajonal (páramo) y la tundra por debajo de los

roquedales, es notable la presencia de *Saxífraga magellanica*, *Nasa limata*, abundantes especies de género Valeriana y en las laderas y pampas expuestas son frecuentes gramíneas de los géneros Calamagrostis, Festuca, Stipa, Nasella, Muehlenbergia y Luzula. En las proximidades de la línea de nieve son frecuentes especies de los géneros Werneria, Gentianella, Lisipouna, Hypochoeris, Perezia y Nototricha. (MINAGRI, 2008).

Como antecedentes del estudio de la flora del Ampay, se puede mencionar las exploraciones realizadas por César Vargas en junio de 1937, junio de 1938 y febrero de 1939, junto a los botánicos Stork y Horton miembros de la segunda expedición a los Andes dirigida por Goodspeed. En enero de 1941, noviembre de 1942 y enero de 1950, Vargas explora también el Ampay, Ñaqchero y otros lugares de Apurímac, publicando los resultados de sus investigaciones en el documento: "Comunidades Vegetales de Abancay y Alrededores" (IDMA, 1998).

En 1962, Hooker luego de realizar una evaluación forestal en el Ampay, recomienda la protección y reserva de 1500 hectáreas de bosques de Podocarpus. En 1985, Galiano, Tupayachi y Ricalde, así como un año más tarde nuevamente Tupayachi y Venero, realizan expediciones al Ampay y Ñaqchero, colectando gran número de ejemplares botánicos y registros de fauna.

Rodríguez (2002), señala que el Santuario Nacional de Ampay se ubica en la zona Vilcanota, una de las 38 zonas identificadas como prioritarias para la conservación de la diversidad biológica. Yarupaitan y Alban (2003), señalan que las altas montañas tropicales en el Perú aún no se encuentran adecuadamente representadas en las áreas naturales protegidas que conforman el SINANPE.

A pesar de la falta de datos precisos y un monitoreo de las variables climáticas a largo plazo se puede hacer una aproximación en cuanto a los ecosistemas que se encuentran en el SNA (Tabla 3), tomando como referencia la publicación y sistematización de (Josse et al. 2009).

Tabla 3: Los 07 ecosistemas según el SNA.

Ecosistema	Piso altitudinal (en msnm)	Nombre común del ecosistema (según los elementos de la Visión)	Área (potencial) total en el SNA ¹	Área sin afectación (sin intervención humana)	Área degradada (con intervención de actividades humanas) ²
Bosque montano pluviestacional de Las Yungas	aprox. 2900-3200	Bosque de <i>intimpas</i>	362.94 ha	282.64 ha	80.3 ha
Bosque altimontano pluviestacional de Las Yungas	aprox. 3200-3700		875 ha	755.45 ha	119.55 ha
Bosques bajos y arbustales altimontanos de la Puna húmeda	aprox. 3700-4100	Bosques enanos de <i>chuyllur</i> , parches de bosque de <i>takanya</i> , <i>chachacomo</i> y pastizales	899.62 ha	786.03 ha	113.59 ha
Pajonal altoandino de la Puna húmeda	aprox. 4100-4600		1074.45 ha	1068.69 ha	5.76 ha
"Humedal altoandino y altimontano de la Puna húmeda" ³	aprox. 3200-4600	Humedales	aprox. 18.36 ha	falta evaluar	falta evaluar
Vegetación geliturbada subnival de la Puna húmeda	aprox. 4600-4900	Nevado Ampay y lagunas altoandinas	512.48 ha	512.48 ha	0 ha
Glaciar, nieve y nival	aprox. > 4600		108.78 ha	108.78 ha	0 ha

Fuente: SERNANP, 2012.

De acuerdo a la RM. 178-2019-MINAM el ecosistema considerado para el SN Ampay es el "Bosque relicto mesoandino" (Tabla 4) el cual tiene la siguiente definición y características:

TABLA 4: ECOSISTEMA; BOSQUE RELICTO MESOANDINO

Nombre del ecosistema	BOSQUE RELICTO MESOANDINO
Definición propuesta	<p>Es un ecosistema andino de composición y estructura variable representado por comunidades puras o mixtas de <i>Escallonia resinosa</i> “chachacomo”, <i>Escallonia myrtilloides</i> “tasta”, <i>Podocarpus glomeratus</i> “intimpa”, <i>Myrcianthes oreophila</i> “unka”, en las zonas más húmedas <i>kageneckia lanceolata</i> “lloque”, <i>Alnus acuminata</i> “aliso” y otras especies en las zonas más secas. Se extiende por más de 0.5 hectáreas, con árboles de una altura superior a 2 metros y una cobertura del suelo superior al 10%; comúnmente distribuido como parches o islas de vegetación relictas restringidos a localidades especiales, en laderas montañosas con pendientes moderadas a fuertes.</p>
Factores de diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> • Región natural: Andina. • Bioclima: Subhúmedo. • Fisiografía: Montaña. • Rango referencial altitudinal: 2000 – 3500 msnm • Ecosistema forestal: Andino. • Árboles de una altura superior a 2 metros. • Cobertura del suelo superior al 10%. • Superficie mayor a 0.5 hectáreas.
Fuentes	<p>INRENA, 2003, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente, 2011, carretero <i>et al.</i>, 2002, Tovar, 2012.</p>
Distribución en el país	<p>Lima, Áncash, Junín, Pasco, Ayacucho, Huancavelica, Cusco, Puno y Apurímac.</p>
Localidad típica	<p>Santuario Nacional Ampay (departamento de Apurímac)</p>

Fuente: MINAM, 2019.

2.1.5.5.3 FLORA

La flora del Santuario Nacional de Ampay es muy diversa y está conformada por especies de hierbas, arbustos y árboles. La cobertura vegetal del Santuario juega un papel importante en la regulación y comportamiento de los sistemas de agua. Es particularmente importante el efecto “esponja” mantenida por los bosques y pastizales naturales, reduciendo la tendencia a las inundaciones en períodos de muchas lluvias y liberando agua en la época de sequía. (IDMA, 1998).

El Ampay con su amplio espectro de microclimas, alberga una gran diversidad de formas vegetales de altura, desde la flora rupícola (líquenes en roquedales) de la Puna, hasta árboles de 15 m. de altura (chachacomo, intimpa, entre otros) en el bosque de neblina. (IDMA, 1998).

La cobertura vegetal del Santuario se puede dividir en dos zonas, superior e inferior, con una zona intermedia de transición (zona ecotónica). La zona superior está dominada por vegetación cespitosa de composición básicamente herbácea como especies de los géneros: *Stipa*, *Festuca*, *Calamagrostis*, *Werneria*, *Valeriana*, *Xenophyllum*, *Azorella*, *Mniodes*, entre otros; mientras que la zona inferior por árboles como: “intimpa” *Podocarpus glomeratus*, “unka” *Myrcianthes oreophyla*, “ch’uyllur” *Vallea stipularis*, “chachacomo” *Escallonia resinosa*, “t’asta” *Escallonia myrtilloides*, “huamanq’ero” *Styloceras laurifolium*, “wankarti pa” *Randia boliviana* y “capulipishay” *Prunus rigida*, las cuales crecen asociados con hierbas y arbustos. Sobre los 3700 m. hay una ecotonía bien marcada por “tasta” *Escallonia myrtilloides*, “masuka” *Brachyotum sp.* y “chawchapay” *Saracha punctata*. El bosque de “intimpas” *Podocarpus glomeratus* es la parte más valiosa de toda la flora nativa del Santuario y ocupa una extensión aproximada de 600 hectáreas (IDMA, 1998). Mathews (2003), en un estudio realizado en la parte alta de Supaycalle en donde se registró individuos con más de 10 DAP, concluye que la composición arbórea del bosque en este sector, está representada por 9 familias distribuidas en 10 especies, siendo *Podocarpus glomeratus* la especie más abundante con 430 individuos

por hectárea. (IDMA, 1998).

Las características orográficas singulares del macizo del Ampay y su configuración espacial como una isla continental cortada por una cuenca (río Apurímac), una subcuenca (río Pachachaca) y una microcuenca (río Mariño), permiten su aislamiento que se manifiesta a través de la concurrencia de especies endémicas y en algunos procesos de especialización inter-específica entre algunas especies de flora y fauna. (IDMA, 1998).

Se menciona a una sola especie vegetal endémica del Santuario Nacional de Ampay, identificada como *Lupinus ampaiensis* y conocida localmente como “K’era” y que pertenece a la familia Fabaceae. Otro aspecto interesante de mencionar es que *Lupinus ampaiensis* y *Bomarea ampayesana*, fueron encontradas por primera vez en el área del Santuario; así también *Mutisia mandoniana*, fue registrada por primera vez para el Perú en el Santuario Nacional de Ampay (Galiano et al. 1995).

Estudios realizados el 2002 acerca de las plantas leñosas del Santuario (Antezano, S. y Antezano, A. 2003) reporta la presencia de 115 especies silvestres de plantas leñosas, distribuidas en 72 géneros y 44 familias. El Plan Maestro 2004-2008 señala que el sector del Ñaqchero y parte alta de karbonq’allana, son algunos de los lugares del bosque de neblina que requieren de mayor protección, debido a la extraordinaria diversidad florística que mantienen.

La población del interior del Santuario y aquella ubicada en su zona de amortiguamiento, utiliza plantas como parte de su subsistencia diaria, sea como medicinal, combustible, alimenticio, entre otros usos. Venero y Ochoa (citado por Hostnig y Palomino, 1997), señalan que 46 especies del Santuario se emplean como parte de la economía familiar. El Plan Maestro 2004-2008 señala que 55 especies son de uso directo en la economía familiar que emplean las poblaciones del Santuario y su zona de amortiguamiento; así mismo, señala que 11 especies se emplean como combustible en la comunidad de Huayllabamba. Yarupaitán et al. (2004), registran 60 especies de plantas útiles del Santuario.

2.1.5.5.4 FAUNA

En 1985 se dan inicio a los estudios para establecer la base sustentatoria para el establecimiento del Santuario Nacional de Ampay y con ellos se obtienen los primeros registros de la fauna local. A la fecha se ha determinado la ocurrencia de una fauna singular y sensible con especies amenazadas, endémicas y de rangos de distribución restringidos. (IDMA, 1998).

Se tiene el registro de 23 especies de mamíferos silvestres pertenecientes a 11 familias, los más pequeños son los roedores, entre los que destacan el “poronque” *Cavia tschudii* y la “viscacha” *Lagidium peruvianum* que habitan los pajonales y roquedales situados encima de los 3700 msnm. Entre los félidos destaca, por su tamaño el “puma” *Puma concolor*, y entre los fitófagos el “luichu” *Odocoileus virginianus* y la “taruka” *Hippocamelus antisensis*. Se mencionan a 03 especies amenazadas: El “Gato Andino” *Leopardus jacobita* que se encuentra En Peligro, el “Puma” *Puma concolor* que se encuentra como Casi Amenazado y la “Taruka” *Hippocamelus antisensis* que se encuentra como Vulnerable. Las poblaciones del “Gato del Pajonal” *Leopardus colocolo* requieren ser evaluadas para ser categorizadas, no se disponen de datos suficientes. (IDMA, 1998).

Con relación a la avifauna, se han compilado las observaciones de diversos investigadores y observadores de aves que visitaron el ANP y se ha llegado a tener el registro de 167 especies de aves pertenecientes a 39 familias (incluida *Incerta sedis*). Es destacable la riqueza de especies de la familia Trochilidae, con 24 especies de picaflores registrados. Destaca también la ocurrencia de una especie endémica del macizo Ampay, el “Cola-Espina de Apurímac” *Synallaxis courseni*, la presencia de 04 especies amenazadas como el “Cóndor andino” *Vultur gryphus* que se encuentra En Peligro, la “Perdiz de Taczanowski” *Nothoprocta taczanowskii* y el “Cola-Espina de Apurímac” *Synallaxis courseni* que se encuentran como Vulnerables y el “Churrete Real” *Cinclodes aricomae* que se encuentra críticamente Amenazado. (IDMA, 1998).

Hasta hace unos años se discutía sobre la presencia en el Santuario de 4 posibles nuevas especies de aves para la ciencia, los que fueron ubicados

temporalmente en los géneros *Taphrospilus*, *Grallaria* y *Scytalopus*. De los cuales solamente se tiene información (colectas, grabaciones, ADN, etc) de *Taphrospilus* y *Scytalopus*, y que a la fecha siguen esperando por una descripción formal como especies nuevas.

Grados (com.pers.) (Citado en el Plan Maestro 2004-2008) señala que en cinco días de colecta y teniendo un clima adverso (días nublados) se logró coleccionar 31 especies de mariposas entre el Centro de Visitantes (2950 msnm) y la Laguna Usphaqocha (3868 msnm). De ellas, hay algunas especies de amplia distribución como *Dione glycera* y otras que tienen una distribución restringida a los bosques montanos altos, tal es el caso de algunas especies de Satyrinae (Nymphalidae). Se ha logrado coleccionar dos nuevos registros de Lycaenidae para el Perú: *Micandra sylvana* y *Cyanophrys banosensis*. Recientemente, (Pyrz et al, 2011) se han descrito cinco especies y tres subespecies nuevas para la ciencia en el Santuario y su Zona de Amortiguamiento. Rasmussen en 2002 (citado en INRENA, 2003), a los 3100 msnm coleccionó en áreas de cultivos abejas de las especies *Bombus funebris*, luego por senderos en bosque primario *Bombus ecuadoria* y *Bombus melaleucus*. Las tres especies representan registros nuevos para Apurímac. *Bombus ecuadoria* y *Bombus melaleucus* son especies que habitan bosques montañosos sin intervención, mientras que *Bombus funebris* se encuentra común en todo los Andes y parece no ser afectado por la perturbación de su hábitat natural. (IDMA, 1998).

Entre el Centro de Visitantes hasta la laguna Angasq'ocha se registraron abundantes especies del género *Xylocopa*, incluyendo *X. bruesi* y *X. viridigastra* que son especies comunes en las partes altas del país. (IDMA, 1998).

También se hicieron registros de *Melissodes tintannans* y *Lonchopria sp.* En la zona de amortiguamiento se registró *Euglossa charapensis*, una especie endémica en Perú. (IDMA, 1998).

También se menciona la ocurrencia de una especie de escorpión endémico para el Santuario (Ochoa & Acosta, 2003), que habita el bosque de intimpas entre los 3100 y los 3580 msnm.

2.1.6 ACTIVIDADES HUMANAS Y USO ACTUAL DE LOS RECURSOS INFORMACIÓN SOCIAL ECONÓMICA

Los moradores al interior del Santuario realizan actividades agrícolas como es el cultivo de papa y maíz, así como la ganadería de ovinos y vacunos. En menor escala realizan la extracción de plantas medicinales y comestibles, entre las cuales podemos citar al "limancho" *Peperomia pelucida* y "ullpu" *Asplenium squamosum*, ambos usados para preparar deliciosos platos típicos. (SERNANP, 2011).

El Santuario Nacional de Ampay tiene una fuerte interacción principalmente con la población de los distritos de Tamburco y Abancay. Las poblaciones aledañas al Santuario explotan terrenos de uso temporal bajo la modalidad de "laymis" los mismos que se encuentran ubicados en las partes altas del Santuario; esta modalidad año a año va desapareciendo en la medida en que se incrementan las acciones de control sobre el territorio del ANP. Actualmente, aún existe extracción de algunos productos, los que se realizan para fines estrictamente domésticos o de consumo familiar. (SERNANP, 2011).

2.1.7 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL SNA

A) PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Algunas características de los poblados ubicados en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay según el Sernanp, 2011, son:

- a) Pequeños productores agrarios de Antabamba: A su vez se divide en Antabamba Alta (2845 msnm) y Antabamba Baja (2500 msnm). Es parte de la expropiación "Patibamba". Se halla ubicada en el distrito de Tamburco, al norte de Abancay, limita con la parte sur del Santuario. Estos grupos humanos consumen agua que proviene del Ampay para consumo poblacional y riego.
- b) Pequeños productores agrarios de Q'erapata: Ubicado al norte del distrito de

Tamburco, al sureste del Santuario Nacional de Ampay, entre los 2700 a 3100 msnm. Esta localidad se dedica en mayor proporción a la crianza de ganado lechero con fines de comercialización. La población de este lugar usa algunos de los sectores de pastos naturales del Ampay, además de consumir agua proveniente del Santuario para fines poblacionales y de riego.

- c) Comunidad Campesina Chupapata: Ubicada al suroeste del Santuario y al noroeste de la ciudad de Abancay entre los 3200 y 3800 msnm, limita por el norte con el Santuario. La población de este lugar consume leña, plantas medicinales, aguas y pastos naturales. Es la población que más interactúa con los recursos del ANP por encontrarse una pequeña extensión de ella en el ámbito del Santuario.
- d) Pequeños productores agrarios de Ccorhuani: Limita por el Norte y el Este con el Santuario Nacional de Ampay. La principal actividad es la agricultura, siendo un aspecto importante que muchos terrenos de esta zona pertenecen a personas que viven en la ciudad de Abancay. La población de este sector consume plantas medicinales.
- e) Asociación de pequeños productores Moyokorral: Parte de la expropiación “Patibamba”, ubicada hacia el suroeste del Santuario Nacional de Ampay. Esta es la organización campesina más antigua. La población es beneficiaria de las aguas del Ampay para consumo humano y riego.
- f) Pequeños productores Umaqhata: Este predio también es parte de la expropiación “Pati bamba”. Se ubica al norte-oeste de la ciudad de Abancay, distrito de Abancay, limita por el norte y por el Este con el Santuario. Su población se dedica principalmente a la agricultura; sin embargo, gran parte de sus miembros realizan actividades eventuales fuera de su zona. Consume del Santuario agua para fines poblacionales y agrícolas.
- g) Comunidad Campesina Huayllabamba: Ubicada al noroeste de la ciudad de Abancay, limita con la parte oeste del Santuario. A pesar de que ninguno de sus

miembros posee tierras dentro del área natural protegida, consume agua del Santuario para fines poblacionales y agrícolas.

- h) Asociación de Pequeños Propietarios de Mauk'akalle: Ubicada al norte de la ciudad de Abancay y limita con la parte sur del Santuario Nacional de Ampay. Esta población consume agua proveniente del Ampay para fines poblacionales y agropecuarios. Pertenece al área de expansión urbana del distrito de Tamburco.

Los moradores al interior del Santuario realizan actividades agrícolas de subsistencia como es el cultivo de papa, maíz y otros cultivos nativos, así como la ganadería de ovinos y vacunos en forma controlada. En menor escala realizan la extracción de plantas medicinales y comestibles, entre las cuales podemos citar al “limancho” (*Peperomia pelucida*) y “ullpu” (*Asplenium squamosum*), ambos usados en su alimentación. (SERNANP, 2011).

El Santuario Nacional de Ampay tiene una fuerte interacción principalmente con la población de los distritos de Tamburco y Abancay. El distrito de Tamburco, donde se encuentra el Santuario, cuenta al 2015 con una población de 9 884 habitantes; del mismo modo, el distrito de Abancay cuenta con aproximadamente 56 103 (INEI, 2007).

Las poblaciones aledañas al Santuario explotan terrenos de uso temporal bajo la modalidad de “laymes” los mismos que se encuentran ubicados en las partes altas del Santuario; esta modalidad año a año va desapareciendo en la medida en que se incrementan las acciones de control sobre el territorio del ANP. Actualmente, aún existe extracción de algunos productos, los que luego se utilizan para fines estrictamente de autoconsumo familiar. (SERNANP, 2011).

B) PROBLEMÁTICA SOCIO ECONÓMICA

En general, población aledaña al Santuario Nacional de Ampay tienen una población mayoritaria del 70% de la cual cuenta con estudios de primaria y secundaria, existiendo una tasa de analfabetismo que bordea el 15%.

Las enfermedades con mayor incidencia en esta área son las infecciones respiratorias agudas (IRAs) en más del 50% y las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) en un 20%, seguida por la hepatitis, acarosis, reumatismo y sarampión existe un 60% de mortalidad infantil reportado Ministerio de agricultura en el Planmaestro 2008.

Las viviendas familiares son de adobe y techo de teja (70%), paja y calamina; generalmente tienen dos habitaciones y están en condiciones precarias de habitabilidad, (MINAGRI, 2008).

El 50% de la población se abastece de agua procedente de manantiales; si bien existen sistemas de abastecimiento de agua potable, éstos se encuentran deficientemente conservados. (MINAGRI, 2008).

Los cultivos predominantes son la papa y el maíz con bajos rendimientos (5 TM/ha.y 1 TM/Ha, respectivamente, les siguen el tarwi, la arveja y hortalizas en general.

La crianza de animales menores (gallinas y cuyes) es la actividad principal, seguidopor el ganado vacuno, porcino, equino y en forma no significativa de caprinos.

La topografía es accidentada y de suelos poco profundos, que generan áreas fragmentadas para la agricultura. La producción es principalmente de autoconsumo, con escasos remanentes para su comercialización en el mercado. (MINAGRI, 2008).

C) EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

La tabla 5 señala los principales recursos naturales usados del interior del Santuario por las poblaciones ubicadas en su zona de amortiguamiento.

Tabla 5: Principales recursos usados por la población del SNA y zona de amortiguamiento.

POBLACIÓN DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	RECURSOS NATURALES			
	RIEGO	LEÑA	PLATAS MEDICINALES	PASTOS NATURALES
<i>Antabamba</i>	X			
<i>Qerapata</i>	X	X	X	X
<i>Chupapata</i>	X	X	X	X
<i>Qorwani</i>	X	X	X	X
<i>Moyokorral</i>	X			
<i>Umaqhata</i>	X	X	X	X
<i>Huayllabamba</i>	X	X	X	X
<i>Maukakalle</i>	X			

Fuente: SERNANP, 2016.

Los resultados del estudio realizado en las comunidades de Huayllabamba y Umaqhata muestran que existen cuatro principales actividades de sustento familiar: agricultura, ganadería, actividades fuera de la comunidad y actividades relacionadas al uso de la flora silvestre. Las relaciones campo-ciudad, los regímenes de propiedad de tierras, y el acceso y control sobre los recursos naturales fueron encontrados como factores que influyen estas actividades de sustento familiar. (SERNANP, 2008).

Se identifican 60 especies de plantas nativas usadas por las comunidades aledañas al Santuario, las cuales se distribuyen en cinco categorías de uso: alimenticio, medicinal, combustible, forraje y elaboración de manufacturas. La categoría de uso más importante corresponde a la de combustible, esto debido a que el 100% de familias de la zona de amortiguamiento usa leña como combustible. Las estrategias de sustento familiar están cambiando constantemente y algunos productos locales están siendo cambiados por insumos externos. El acceso y control sobre los recursos naturales es el factor que más influencia la dependencia sobre el uso de la flora silvestre. Finalmente, se puede señalar que el uso de la flora silvestre que alberga el Santuario es reconocido como una alternativa para reducir la pobreza de las familias

campesinas que viven en la zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida, usado como importante fuente de ingreso principalmente para aquellos que comercializan plantas medicinales (SERNANP, 2008).

D) AMENAZAS DE LA FLORA SILVESTRE

Una de las amenazas de la flora es la deforestación por la pérdida de áreas boscosas para destinarlas a la agricultura que se realiza mediante la quema de bosques para ampliar la frontera agrícola, especialmente para el cultivo de papa; luego de una campaña el terreno es abandonado y se proponen quemar otra parte del bosque para roturar nuevas tierras. (SERNANP, 2008).

La tala indiscriminada de bosques naturales, para la obtención de madera y leña trae como resultado la excesiva hidratación de los suelos que producen deslizamientos de tierra y lodo ocasionando daños materiales y de vidas humanas. El empleo de leña y carbón vegetal provenientes de los bosques naturales sigue siendo de importancia para la satisfacción de las necesidades energéticas de los pobladores de la zona. (Cocción de alimentos, fábrica de ladrillos, forja de metales, etc.), (SERNANP, 2008).

El sobrepastoreo es una actividad que disminuye la cantidad y la calidad de pastos naturales en especial de especies palatables como el *Calamagrostis spp.*, *Distichiamuscoides*, *Stipa ichu*, entre otros, el ganado conformado por alpacas, llamas y ovejas, es llevado continuamente a pastar a los mismos lugares lo cual retarda la recuperación de los pastos, reduciendo el periodo de descanso; además el ganado ovino con sus cascos de sus patas compactan el suelo y al comer arrancando las plantas de raíz, lo cual afecta directamente su capacidad regenerativa. (GORE Apurímac, 2007).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

BIOLÓGICO:

- Árboles de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don).

DE CAMPO:

- Periódicos
- Prensa botánica
- Alcohol al 70%
- Libreta de campo
- Etiquetas de campo
- Lapiceros
- Estacas
- Bolsas de plástico
- Tijeras de poda
- Bolsas de papel
- Cámara fotográfica
- Wincha métrica
- Hipsómetro
- Brújulas
- Clinómetro

DE GABINETE:

- Bibliografía especializada
- Claves taxonómicas
- Lupa 10x
- Computadora
- Cartulina
- Calculadora científica
- Balanza de precisión
- Cinta de embalaje
- Porta objetos
- Pinzas
- Bisturí
- Microscopio

CARTOGRÁFICO:

- Fotografías aéreas
- Imágenes de satélite
- GPS

3.2 METODOLOGÍA

La metodología del presente estudio de investigación según el objeto de estudio es del tipo cuantitativo y según el conocimiento que genera es del tipo descriptivo.

La evaluación de la parte práctica para el muestreo del presente estudio se realizó entre los meses de enero del 2018 a enero del 2020.

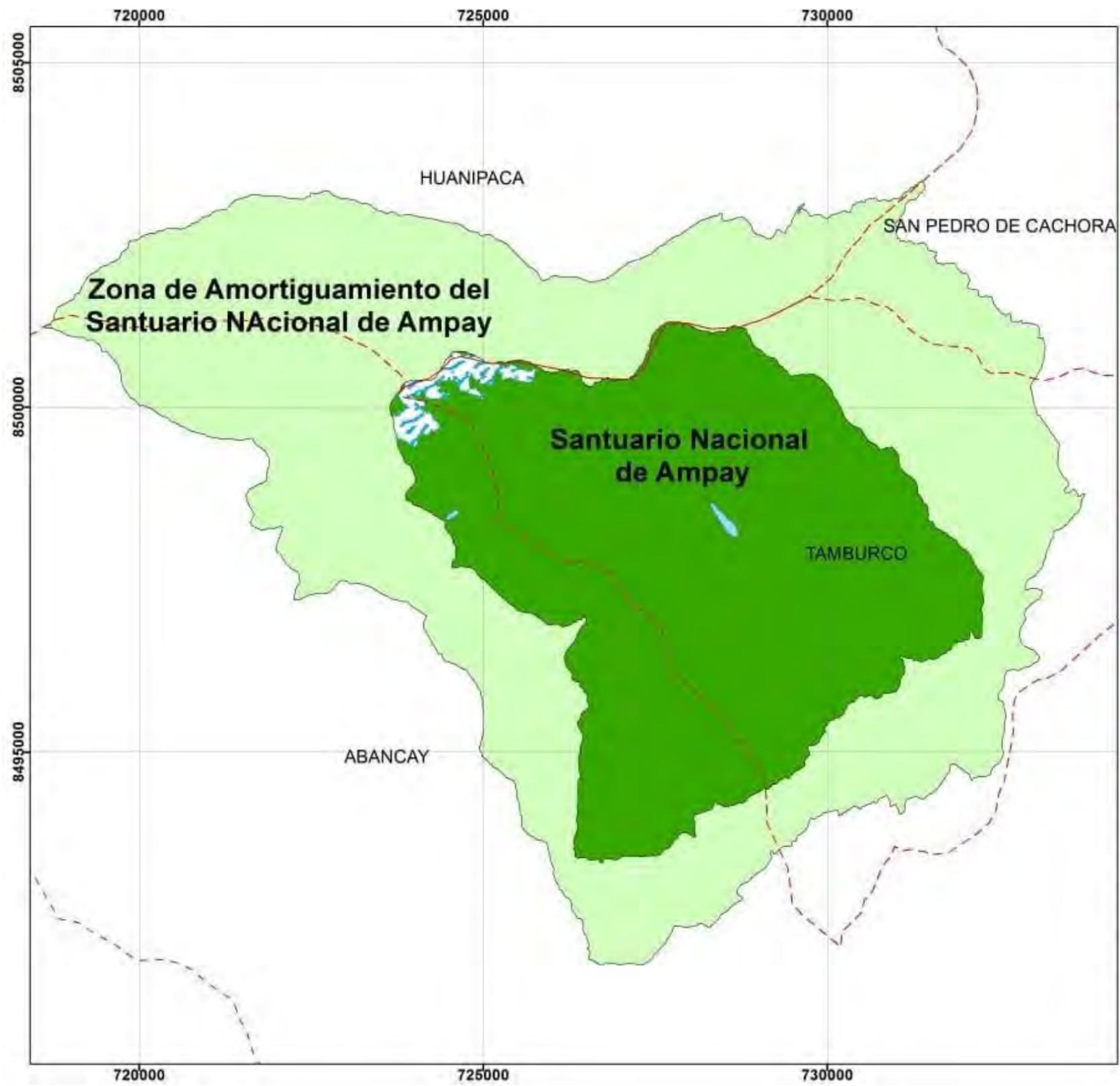
3.2.1 RECONOCIMIENTO DE PARCELAS DE ESTUDIO, MUESTREO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se evaluaron cuatro parcelas permanentes de 60m x 60m (Mapa 01) mediante la metodología descrita por Osinaga *et al.* 2014, de los bosques de intimpa pertenecientes al sistema ecológico de bosque altomontano pluviestacional de las yungas del sur peruano, caracterizado por la presencia de bosques húmedos andinos ubicados desde los 3200 hasta los 3800m (Josse *et al.* 2009).

El establecimiento de las cuatro parcelas permanentes se hizo en áreas con poco impacto antrópico (Mapa 02) y bosques con estructura clímax, siguiendo los protocolos establecidos por el programa de bosques andinos el mismo que consiste en la delimitación de un área de 60 x 60 m (3600 m²) (Osinaga *et al.* 2014).

TABLA 6: UBICACIÓN DE LAS PARCELAS PERMANENTES.

Parcela	Altitud (msnm)	Coordenadas (UTM)	Pendiente(%)
PBA-1	3296	18 L 729244 8495958	50
PBA-2	3340	18 L 728857 8496223	50
PBA-3	3440	18 L 728652 8496296	60
PBA-4	3260	18 L 729157 8495146	60



Ubicación del Santuario Nacional de Ampay

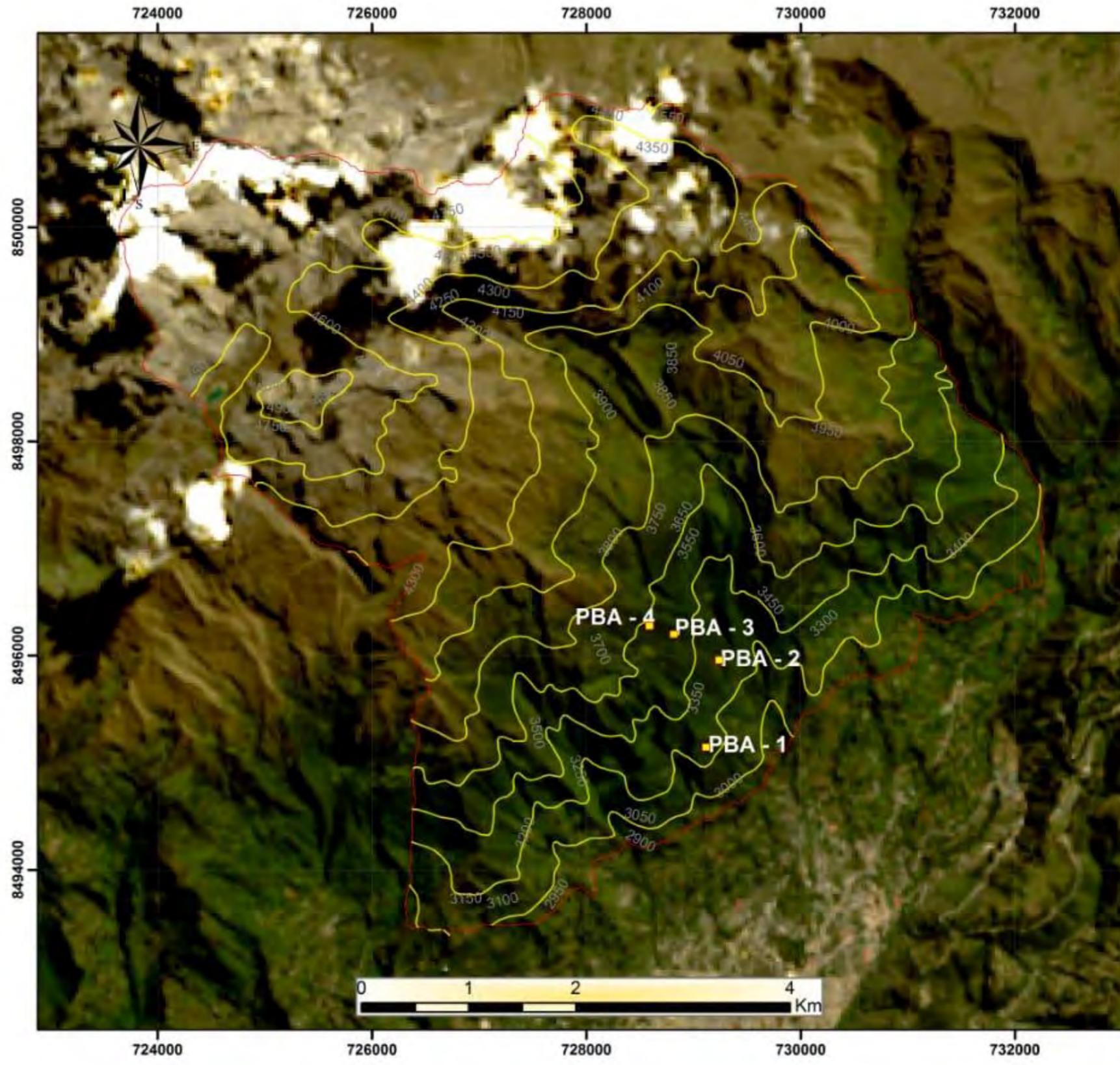


LEYENDA

- Límites distritales
- Cuerpos de agua
- Zona de amortiguamiento de Ampay
- Glaciar
- Santuario Nacional de Ampay

MAPA : "UBICACIÓN DEL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY"

TABLA DE DATOS		
UBICACIÓN	LANDSAT 8	Área evaluada
Región:	Apurímac	Área evaluada 3853.4 ha
Provincia:	Abancay	Fuente: Instituto Geográfico Nacional
Distritos:	Abancay, Tamburco, San Pedro de Cachora y Huanipaca	MAPA N°: 01
Autor(es): Dennis Jimenes Ortega	Proyección : UTM Datum : WGS84	Fecha : 02 de Octubre, 2021
ZONA: 18S		



UBICACION POLITICA



Leyenda

- Santuario nacional de Ampay
- Parcelas evaluadas
- Nivel de superficie

MAPA : "UBICACIÓN DEL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY"

TABLA DE DATOS		
UBICACIÓN	LANDSAT 8	Área evaluada
Región:	Apurimac	4 parcelas 60 m x 60 m
Provincia:	Abancay	
Distritos:	Abancay, Tamburco, San Pedro de Cachora y Huanipaca	Fuente: Instituto Geográfico Nacional
Autor(es): Dennis Jimenes Ortega		MAPA N°: 02
Proyección : UTM	Datum : WGS84	
ZONA: 18S	Fecha : 02 de Octubre, 2021	

3.2.2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACION DEL INDICE ESTOMATICO Y DENSIDAD ESTOMATICA

Se realizaron 30 observaciones en hojas completamente desarrolladas en los estratos superiores e inferiores dentro del área de estudio. Las hojas seleccionadas se encontraron en la misma posición entre plantas y al mismo estado de desarrollo (Carr, 2000). Se limpiaron las superficies de las hojas con un pincel de cerdas suaves. Ambas superficies de la hoja fueron cubiertas por una capa delgada y homogénea de barniz de uñas transparente por 15 minutos (Muñoz, B. *et al* 2008). En las secciones foliares: base medio y ápice. Las impresiones foliares de hojas maduras se desprendieron usando una cinta de scotch y se montaron en los portaobjetos debidamente rotulados para su observación al microscopio: para cuantificar tres campos en cada sección de la hoja, las observaciones se realizaron a 400X (Muñoz, B. *et al* 2008).

- **EL ÍNDICE ESTOMÁTICO (IE)**

Se determinó utilizando la fórmula de Salisbury sugerida por Wilkinson (1979): NE

$$\text{Índice Estomático} = \frac{NE}{NCE+NE} \times 100$$

NE es el número de estomas por campo de observación

NCE es el número de células epidérmicas típicas en el campo de observación.

- **LA DENSIDAD ESTOMÁTICA (DE)**

Se calculó según la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad Estomática} = \frac{\text{Número estomas por campo (estomas}/\mu\text{m}^2)}{\text{Área del campo}}$$

Dónde: Área del campo₄ (μm²) = (Número de divisiones del diámetro x 10)²

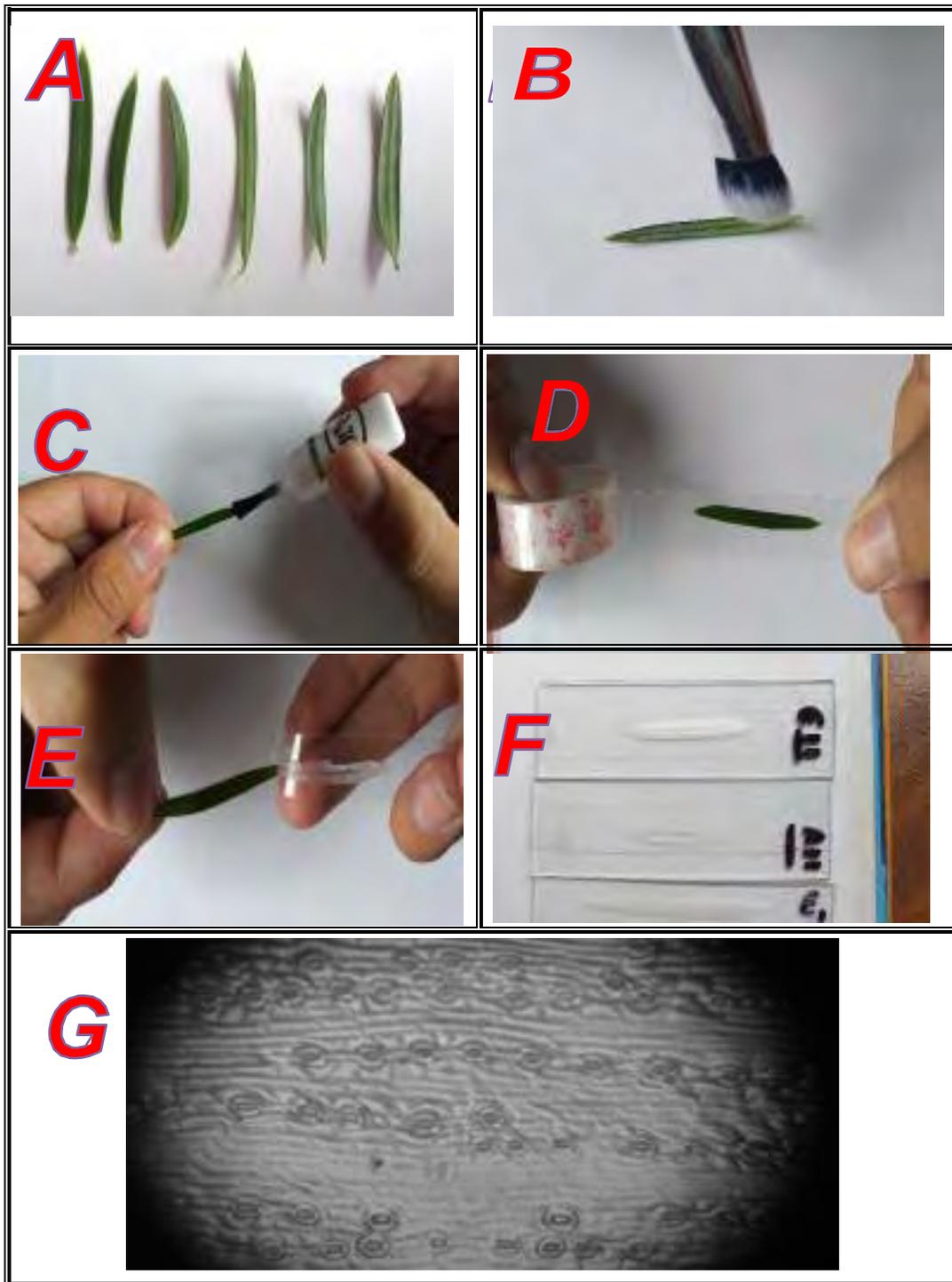


Figura 10: Procedimiento para la observación de *Podocarpus glomeratus* D. Don: A) Hojas de *Podocarpus glomeratus* D. Don, B) Limpieza de la superficie a estudiar, C) Esmaltado de la superficie, D) Fijación en cinta scotch, E) Desprendimiento de la epidermis, F) Rotulado del portaobjetos, G) Observación en el microscopio, Conteo de estomas y células epidérmicas.

3.2.3 LA CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA

La conductancia estomática fue evaluada con el porómetro foliar SC-1 (Decagon Devices Inc, Pullman, WA, USA). Esta medición se realizó de las 09:00 horas hasta las 15:00 horas. El equipo se calibró un día antes de iniciar con las mediciones, este proceso tardó unos 15 minutos.

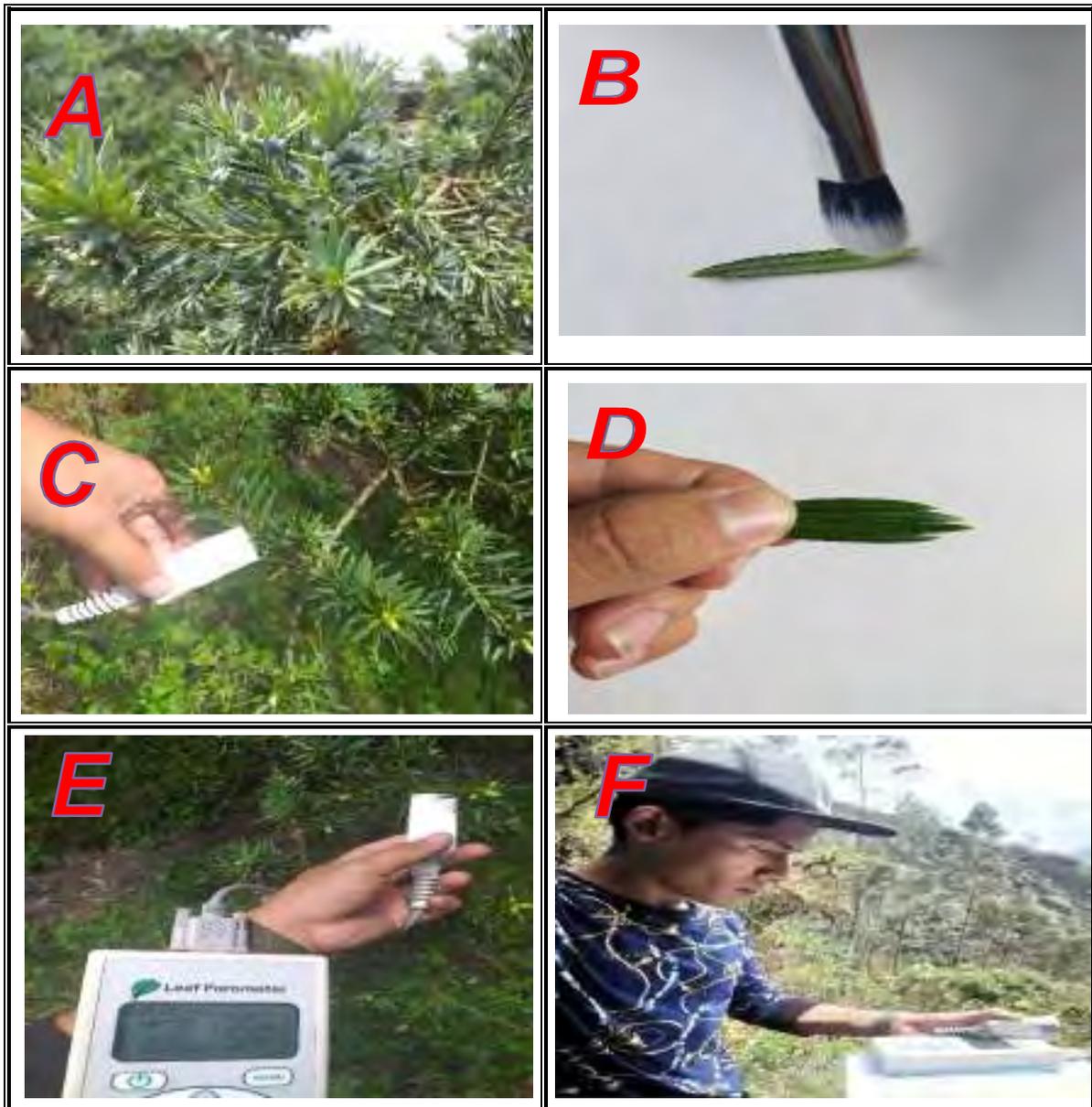


Figura 11: A) Selección de la muestra a evaluar B) limpieza de las hojas a evaluar C) Ubicación de la cámara del porómetro D) Ordenamiento de hojas para la evaluación E) Estabilización de resultados F) Registro de resultados.

CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MEDICIONES:

- Los estomas son muy sensibles a la manipulación física, por lo que se debe evitar cualquier estrés/contacto físico con la hoja tanto como sea posible.
- Realizar la medición tan rápida y precisa como sea posible, ya que el uso del porómetro alterará la superficie de la hoja y el ambiente de la capa limitante, causando una desviación en el valor de la conductancia/resistencia.
- Tener en cuenta que los estomas son también sensibles a la luz, HR, dióxido de carbono, estrés hídrico, patógenos y contaminantes, y que los productos agroquímicos afectan las respuestas estomáticas.
- Las mediciones deberán realizarse en la hoja más joven que haya emergido completamente y que esté recibiendo luz solar directamente; típicamente se realizan en la hoja bandera completamente expandida.
- Asegúrese de seleccionar hojas que estén expuestas al sol y no aquellas sombreadas o en oscuridad, ya que estas últimas arrojarán lecturas muy distintas a las hojas expuestas a la luz.
- Las medidas deben de variar dentro de un 10% o aproximadamente 50 mmol m⁻² s⁻¹ entre cada una, de no ser así, se deberá medir una vez más.
- Las medidas se realizan típicamente en la superficie superior (adaxial) de las hojas. Asegúrese de que la hoja se encuentra colocada consistentemente en la cámara de la misma manera, con la parte superior siempre colocada hacia arriba.
- Cuando se usa el porómetro SC-1, es de suma importancia no tocar el disco blanco filtrador de teflón en ningún momento; ya que esto ocasionará lecturas inexactas y el disco necesitará ser remplazado.
- No respirar cerca del disco, hoja o cámara porque esto afecta la humedad y el gradiente de concentración de dióxido de carbono dentro del cabezal del sensor, no realice mediciones cuando hay humo en el aire (ej. incendios, cigarrillos o contaminación), y no ponga el sensor en contacto con ningún tipo de vapor químico (ej. pegamentos, alcohol o gasolina).

- Las hojas deben estar limpias, secas, intactas, verdes, sin signos de daños o enfermedades.

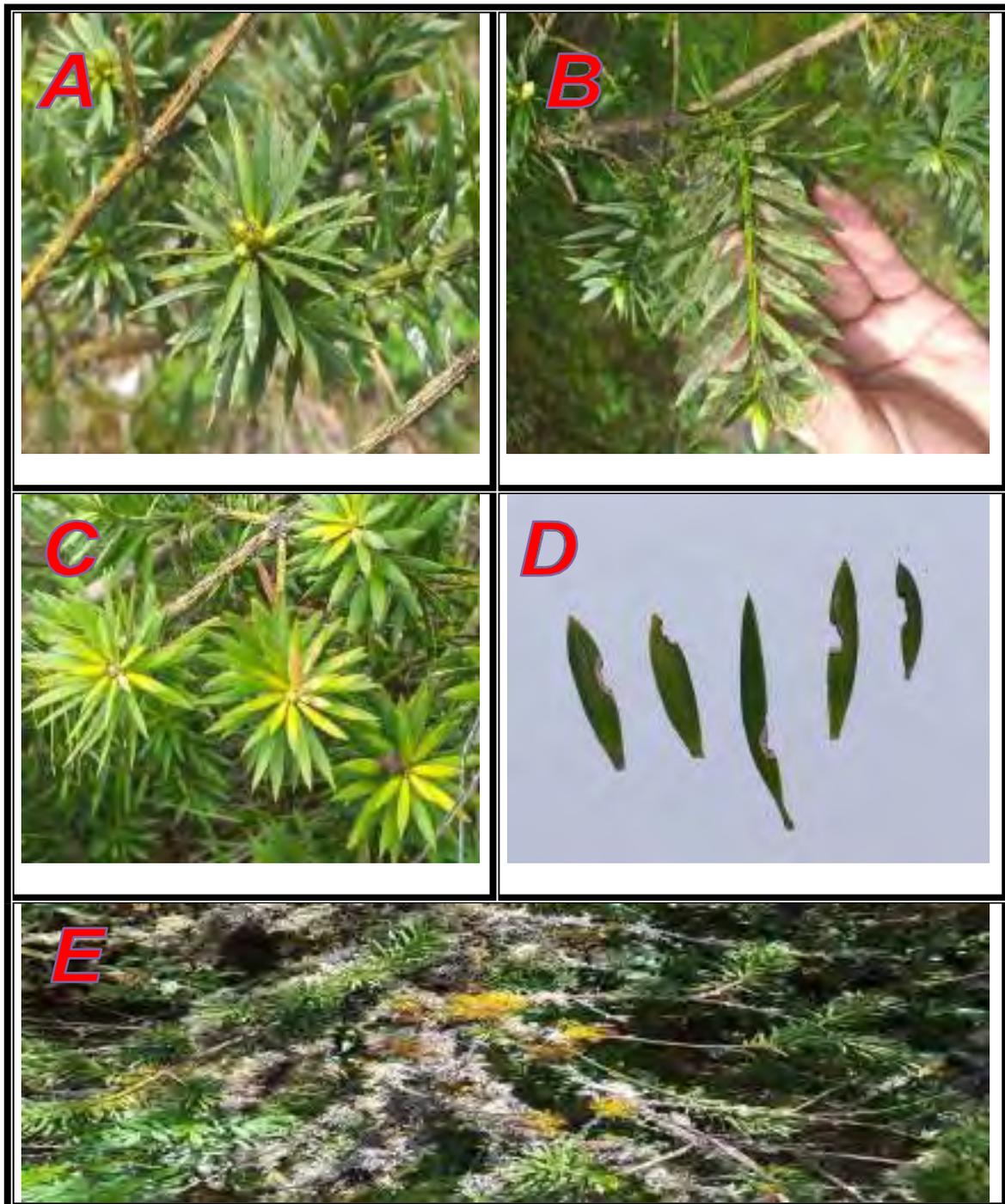


Figura 12: A) Hojas enfermas B) Hojas sucias C) Hojas con alta de cloro D) Hojas con presencia de haber sido comidas por insectos E) Hojas cubiertas por otro tipo de vegetación.

3.2.4 COLECCIÓN DE MUESTRAS

Se colectó una rama de medio metro aproximadamente, seleccionando las ramas con exposición directa del sol en cualquier dirección cardinal y de árboles con presencia de flores o frutos, las cuales fueron marcadas, prensadas y conservadas en alcohol para evitar su deterioro y asegurar su conservación.

Las muestras colectadas en campo fueron secadas en el secadero “Fortunato L. HerreraGarmendia”, consultada con bibliografía especializada y comparadas con muestras del Herbario CUZ, de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. La determinación se realizó de acuerdo a la clasificación del grupo APG-IV, 2016. Posteriormente las muestras fueron depositadas en el herbario.



Figura 13: A) Separación de las partes de la muestra B) Prensado de las muestras C)Secado de las muestras y Disposición de la muestra en el herbario.

3.2.5 PROTOCOLOS DEL MUESTREO DE ÁRBOLES

Una vez identificadas las parcelas permanentes establecidas, se prosiguió a tomar los datos correspondientes a todos los individuos de bosques nativos presentes dentro de la parcela, considerando datos de altura y DAP (diámetro a la altura del pecho) para lo cual primeramente se midió el CAP (Circunferencia a la altura del pecho) a 1.30 m de la base del tronco.

Basados en numerosos trabajos de establecimiento de parcelas forestales consideramos los siguientes protocolos de medidas de los individuos arbóreos, enfatizamos en la metodología sugerida por (Phillips & Backer, 2002).

- **Deformaciones:** Si el árbol tiene una mayor deformidad en 1.3m de altura, la medida se hace 2 cm por debajo de la deformidad (Condit, 1998). Registrar la altura del POM.
- **Árboles acanalados:** Los árboles que son acanalados en todo el tronco deben ser medidos a 1.3m.
- **Pendientes y árboles caídos o inclinados:** El diámetro a la altura de referencia (DRH) siempre se calcula cuesta abajo, en la dirección de la pendiente del árbol, y los árboles caídos o inclinados son siempre medidos a 1.3 m de altura del lado del tallo más cercano al suelo. Este procedimiento evita confusiones en situaciones comunes cuando los árboles están en pendientes e inclinados, los árboles usualmente se inclinan hacia la pendiente y estas reglas evitan confusión alguna en relación al lado de los árboles que debe ser usado en la medida del POM. En árboles caídos es difícil definir la base del tronco cuidadosamente, por lo tanto medir los árboles 30 cm por debajo de la placa
- **Rebrotes:** En árboles erguidos, pero rotos, o individuos caídos, el tronco principal y los rebrotes son medidos a 1.3 m de la base del tronco. Un individuo con rebrotes solamente es incluido si los rebrotes están por encima de 1.3 m de la base del tronco y miden mínimo 10 ó 20 de DAP.
- **Múltiples troncos:** Todos los troncos más grandes de 10 ó 20 de DAP a 1.3 m, son medidos y registrados

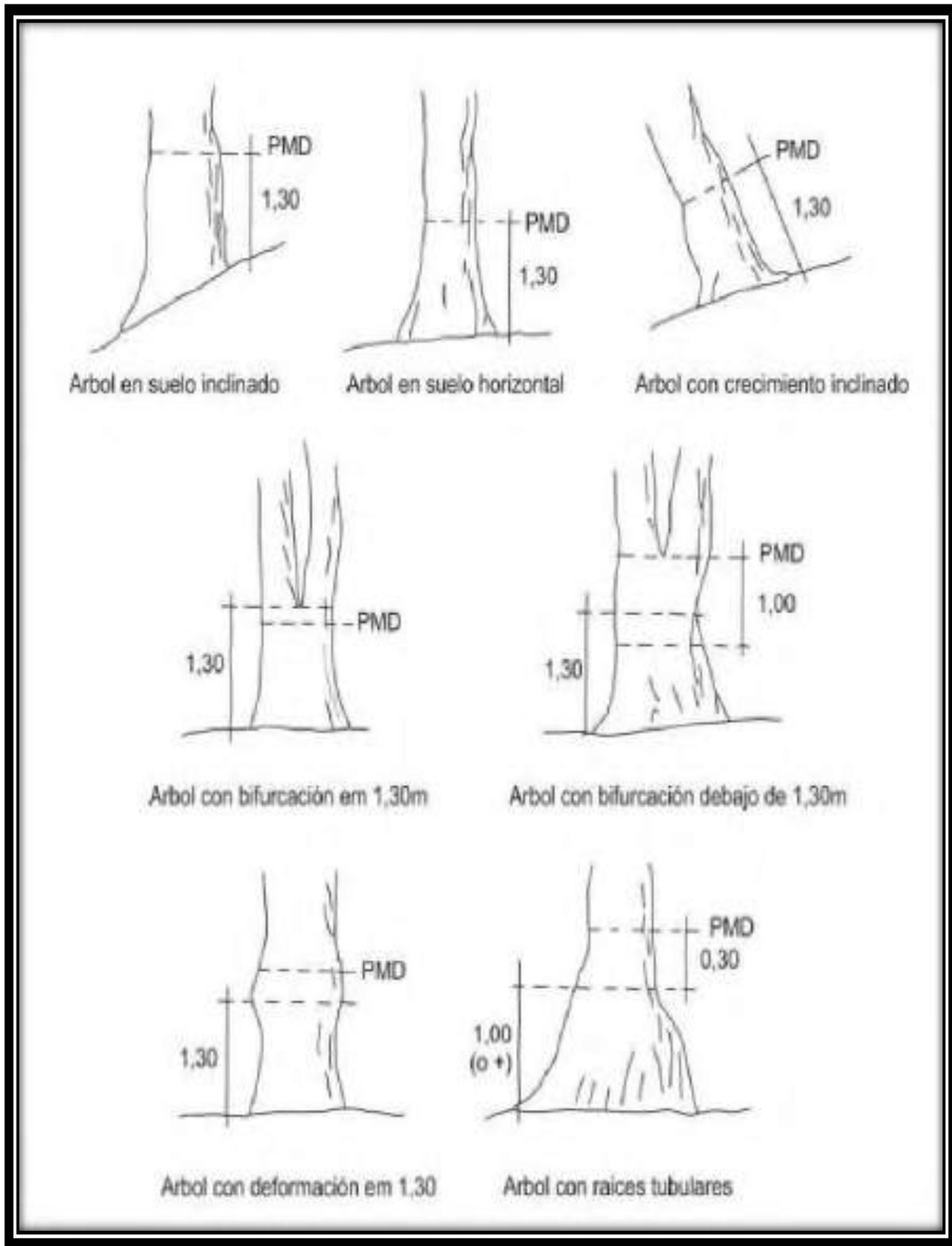


Figura 14: Protocolo de muestreo de árboles, (Muller, 1972).

3.2.6 ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA

A. METODOLOGÍA INDIRECTA

La estimación de biomasa se obtuvo mediante métodos indirectos a través de ecuaciones alométricas, ya que las estimaciones directas de biomasa tienen la desventaja de ser destructivas (Matteucci & Colma, 1982).

Para hallar el valor de biomasa, la evaluación se realizó en las mismas parcelas establecidas, tomando en cuenta todos los individuos cuyo tallo tuviera un DAP (diámetro a la altura del pecho) ≥ 5 cm, DAP mínimo requerido para bosques de la región andina (MINAN, 2015), el sitio de medición del diámetro se tomó a la altura estándar que es a 1.30 m. desde el cuello del tallo principal. También se midió la altura total del tallo (distancia desde el suelo hasta la cima de la copa del árbol) y la altura comercial (altura desde el suelo a la primera ramificación).

B. ALOMETRÍA ARBÓREA

La alometría arbórea para la estimación de biomasa consiste en generar ecuaciones y modelos calculados a partir de los datos generados en inventarios forestales o variables colectadas en campo mediante las cuales es posible estimar la biomasa a partir del volumen del árbol, en función de su densidad y un factor de expansión para determinar el peso seco total. (Brown & Lugo, 1984), donde los modelos de regresión se utilizan para convertir los datos de inventario en una estimación de la biomasa aérea. (Chave *et al.*, 2005).

C. ECUACIONES ALOMÉTRICAS

La aplicación de estas fórmulas se ajusta a una tendencia alométrica logarítmica, ya que esta ecuación es producto del método destructivo, en la regresión de una variable dependiente (es decir, AGB que representa la biomasa), frente a una o varias variables independientes, las cuales son el diámetro D (medida del DAP del tronco en cm, medida a 130 cm de la base del suelo), la densidad específica de la madera σ (g/cm^3) y la altura H (m). Para el presente trabajo se consideró dos modelos de ecuaciones alométricas, siendo:

- **ECUACION ALOMÉTRICA (Chave et al., 2005)**

La ecuación propuesta por (Chave et al., 2005) toma en cuenta las variables del DAP, altura, densidad de la madera y tipo de bosque (en el presente estudio se consideró el modelo alométrico propuesto para bosques montanos).

$$\langle AGB \rangle_{est} = 0.0509 \times \rho D^2 H$$

Donde:

$\langle AGB \rangle_{est}$: representa la biomasa aérea

0.0509: Es una constante que se ajusta de acuerdo a la tendencia logarítmica en la se ajustan los datos de inventario.

ρ : Gravedad específica (o densidad de la madera expresada en gr/cm^3)

D: Diámetro del tronco expresado en cm.

H: altura total del árbol expresado en m.

Las variables del DAP del tronco y altura de cada árbol fueron obtenidos mediante los muestreos en campo, y la densidad de cada árbol fue obtenida mediante la base de datos del Neotrópico en la Global Wood Density Database de (Chave et al., 2009, Zanne et al., 2009) donde determinan la densidad mediante el peso seco del tronco sobre el volumen de la muestra para varias especies por métodos destructivos. Se usaron los datos del promedio de la densidad a nivel de especie, en el caso de que la densidad de la especie no era conocida se utilizaron los promedios del valor a nivel de género o familia. La densidad se determina mediante la siguiente fórmula.

$$\rho = P / V$$

Donde:

ρ : Densidad de la madera
(gr/cm^3). P: Peso (g).

V: Volumen de la muestra (cm^3).

- **ECUACIÓN ALOMÉTRICA (Chave et al., 2014)**

La ecuación de (Chave et al., 2014) surge a partir de dos variables las cuales son: la altura (H) y el diámetro DAP basándose en una ecuación alométrica logarítmica que se obtuvo de un método destructivo. Propone ecuaciones alométricas más estandarizadas, pantropicales, las variables independientes incluidas aquí fueron el diámetro del tronco D (cm) y densidad de la madera (g/cm^3), altura total del árbol H (m), la cual está representada mediante la siguiente fórmula:

$$AGB = 0.0673 \times (\rho \times D^2 \times H)^{0.976}$$

Donde:

AGB= biomasa aérea

0.0673: Constante que se ajusta de acuerdo a la tendencia logarítmica en la se ajustan los datos de inventario.

ρ : Densidad específica.

D: Diámetro.

H: Altura.

0.976: constante que se ajusta de acuerdo a la tendencia logarítmica.

La densidad de cada árbol también fue obtenida mediante la base de datos de El Neotrópico en la Global Wood Density Database de (Chave et al., 2009, Zanne et al., 2009). A continuación, se muestra la siguiente fórmula:

$$\rho = P / V$$

Donde:

ρ : Densidad de la madera

(gr/cm^3).PSH: Peso seco

VM: Volumen

- **ESTIMACIÓN DE BIOMASA TOTAL (Tn/Ha)**

Se estima como la sumatoria de la biomasa aérea de todos los árboles de la parcela, y se estima mediante la siguiente fórmula:

$$AGB = \sum AGB_{\text{cvt}} / \text{Area}$$

Donde:

AGBest: Biomasa arbórea sobre el suelo

Área: Tamaño de parcela en hectárea.

- **DESVIACIÓN ESTÁNDAR**

A cada parámetro de interés se le debe cuantificar su incertidumbre el cual se calcula a través de las replicaciones de medición y dependerá del error de medición o error de muestreo (Honorio & Baker, 2010). Para hallar el error, es necesario saber el valor de la desviación estándar, fórmula que resulta y se ajusta de la ecuación alométrica, la cual está representada por la siguiente fórmula:

$$SD: \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Donde:

SD: desviación estándar n: Tamaño de muestra.

Σ: Sumatoria. Xi: Media.

X i: Promedio de la media.

- **ERROR ESTÁNDAR**

Una vez obtenido el valor de la desviación estándar, se procede a hallar el valor del error estándar. Con este valor de la desviación estándar es debido saber de cuanto es la estimación de probabilidad máxima residual. A continuación, se muestra la siguiente fórmula:

$$r = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

Donde:

r : Error estándar

SD : Desviación estándar: Tamaño de muestra

- **DETERMINACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO TOTAL**

Posteriormente se calculó el carbono almacenado total y por hectárea, utilizando la fracción de carbono promedio de la especie estudiada. Se estima a través de la siguiente fórmula.

$$CA = BT * FC$$

DONDE:

CA: Carbono almacenado total

(Tc/ha) BT: Biomasa total(t/ha)

FC: Fracción de carbono promedio

- **CÁLCULO DEL STOCK DE CARBONO AÉREO (CT)**

Existe una relación entre el peso seco y la cantidad de carbono, es aceptado asumir que el 50% del peso seco es carbono (Brown & Lugo 1992; Phillips *et al.* 1998; Dauber *et al.* 2000; Mostacedo *et al.* 2006; Rodríguez *et al.* 2006 citado por Ureta, 2009; Pearson *et al.* 2005; IPCC, 2006; Rüginitz *et al.* 2010).

Se calculó el stock de carbono aéreo o cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea, multiplicando a la biomasa aérea (BA) por el factor de conversión a carbono de 0.5, o fracciones de carbono específicas (modificado de Cruzado *et al.* 2010).

$$CT (t C/ha) = DA \times 0.5$$

Dónde:

CT : Stock de carbono aéreo (t C/ha). BA : Biomasa aérea (t /ha).

0.5 : Factor de conversión a carbono (IPCC, 2006).

Se extrapoló el stock de carbono a toda el área de estudio, multiplicándose el stock de carbono por el área de estudio de 527.5 ha.

$$CTA(tC) = CT \times Ar$$

Dónde:

CTA : Stock de carbono aéreo por todo el área (t C).

CT : Stock de carbono aéreo (t C/ha).

Ar : Número de hectáreas (ha).

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 INDICE ESTOMATICO Y DENSIDAD ESTOMATICA

La densidad estomática en el estado superior del dosel tiene un promedio total de 27.93estomas lo cual se calculó mediante observaciones al microscopio con un objetivo de 400X en el ápice, medio y base de un total de 30 observaciones. Asimismo, el promedio total de células epidérmicas fue de 88.80.

En las evaluaciones de cada hoja tanto en el ápice, medio y base se observa que la cantidad de estomas y células epidérmicas no presentan una variación considerable lo cual se evidencia en la tabla N°7.

Tabla 7: DISTRIBUCION DE CELULAS EN FUNCION A LA HOJA

ESTOMAS				CELULAS EPIDERMICAS				INDICE ESTOMATICO	DENSIDAD ESTOMATICA
APICE	MEDIO	BASE	PROMEDIO	APICE	MEDIO	BASE	PROMEDIO		
28	28	24	26.67	89	91	92	90.67	22.73	6.13
26	30	27	27.67	90	89	84	87.67	23.99	6.36
31	29	28	29.33	86	93	90	89.67	24.65	6.75
24	31	30	28.33	88	91	88	89.00	24.15	6.52
30	31	29	30.00	86	87	90	87.67	25.50	6.90
28	29	28	28.33	86	88	89	87.67	24.43	6.52
28	28	27	27.67	88	89	90	89.00	23.71	6.36
27	26	25	26.00	90	89	87	88.67	22.67	5.98
28	28	28	28.00	86	91	89	88.67	24.00	6.44
27	27	28	27.33	90	88	90	89.33	23.43	6.29
PROMEDIO TOTAL			27.93	PROMEDIO TOTAL			88.80	23.93	6.43

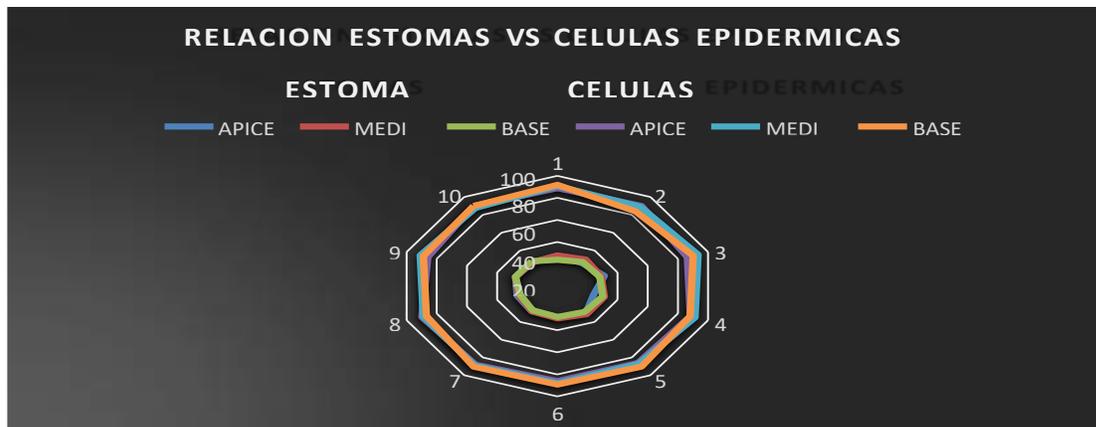


Figura 15: Relación Estomas Vs Células Epidérmicas

En la figura 15, se observa que la varianza en cuanto a la distribución de los estomas y células epidérmicas es casi nula ya que sigue un curso lineal hexagonal, lo cual también lo comprobó Hernández, *et al.* (2007) realizando 20 observaciones en *Mytilocactus geometrizans* encontrando y concluyendo que el tipo de los estomas son un carácter estable que no se modifica con la distribución geográfica.

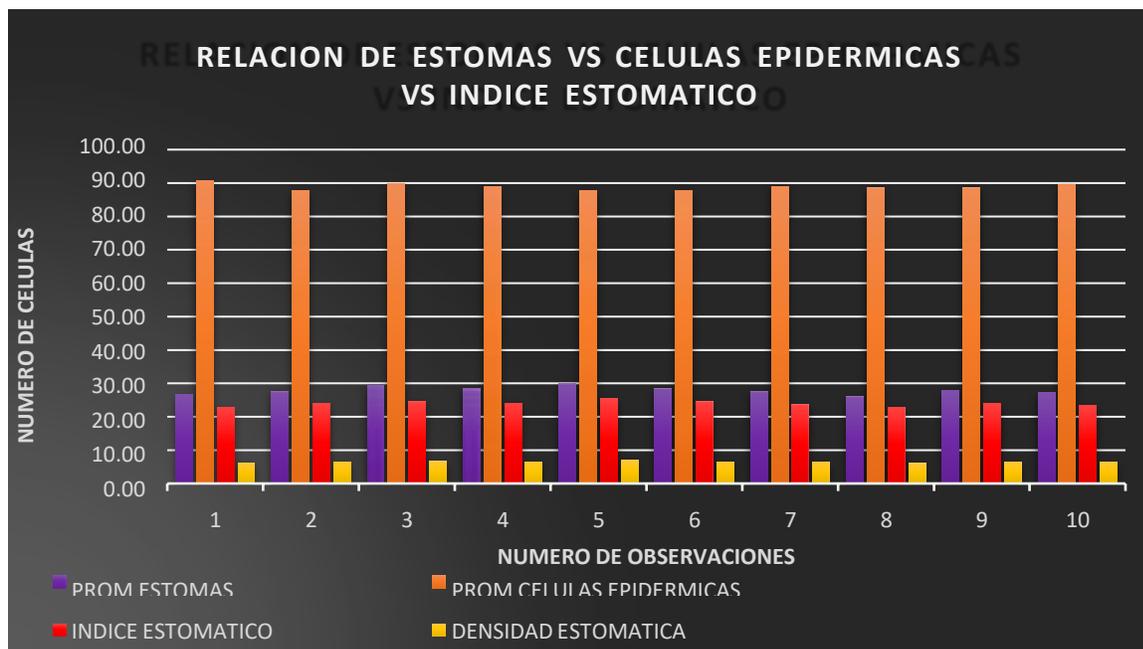


Figura 16: Relación de estomas vs células epidérmicas vs índice estomático

En la figura 16, se observa que la relación en cuanto al número de estomas, las células epidérmicas e índice estomático tiene una relación lineal, según un análisis de varianza se considera que las medias son iguales con un valor de F de 1.6819407 el cual es menor al valor crítico para F de 3.40282611 por lo cual se acepta la hipótesis de relación lineal.

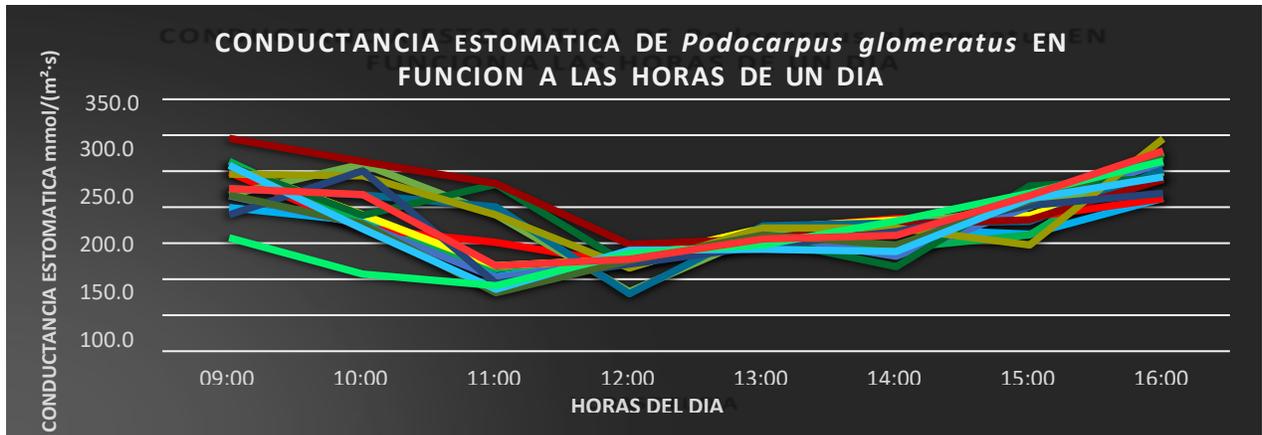


Figura 17: Conductancia estomática de *Podocarpus glomeratus* en función a las horas de un día.

La cantidad del intercambio de moléculas de agua entre la planta y la atmósfera presenta una variación en función a las horas del día, considerándose los días en los cuales hubo una mayor incidencia de rayos solares, así mismo se evidencia que los puntos donde se alcanza menor conductancia estomática son entre las 11:00 y 12:00 horas y la mayor conductancia en las primeras horas del día y las últimas horas de la tarde lo cual se debe a que hay menor incidencia solar.

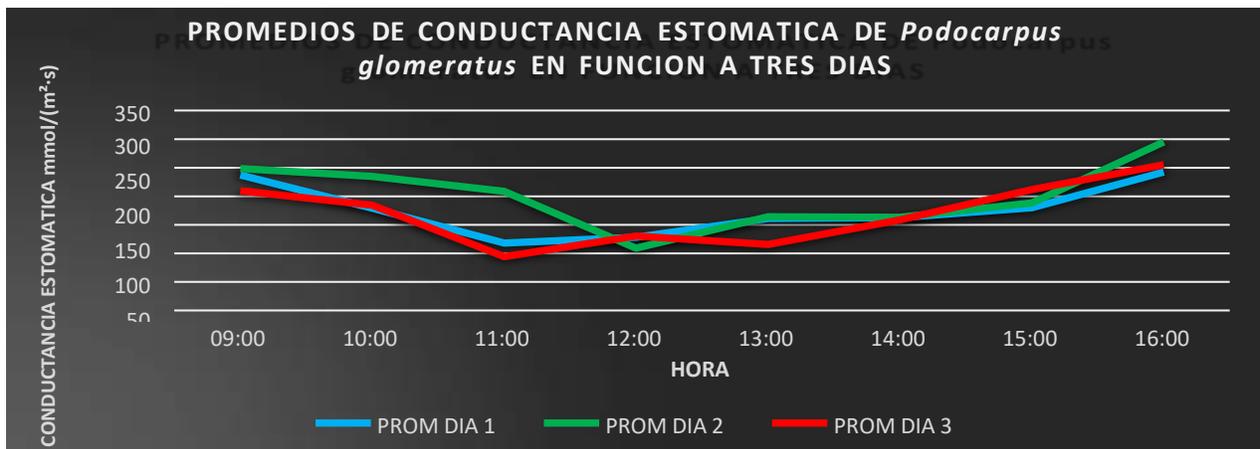


Figura 18: Promedios de conductancia estomática de *podocarpus glomeratus* en función a tres días.

Como se muestra en la figura 18, en un promedio de 15 lecturas correlativas en función a tres días y en el periodo de las 09:00 a las 16:00 horas observándose que los rangos de menor conductancia estomática se dan entre las 11:00 a 12:00 horas.

Así mismo se replicó este procedimiento en cinco especies presentes de la zona de estudio, donde se puede observar notoriamente la diferencia en cuanto al comportamiento de los estomas de Intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don) la cual presenta una conductancia estomática menor a comparación de las otras especies lo cual hace evidente que tiene mayor tolerancia, resistencia y adaptabilidad al ambiente y clima del Santuario Nacional De Ampay (Tabla 8).

Tabla 8: MONITOREO DE LA CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA EN CINCO ESPECIES

ESPECIES EVALUADAS	09:00			10:00			11:00			12:00			13:00							
	CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA mmol/(m ² -s)	Temperatura (°C)	Humedad rel. (%) HAZ	CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA mmol/(m ² -s)	Temperatura (°C)	Humedad rel. (%) HAZ	CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA mmol/(m ² -s)	Temperatura (°C)	Humedad rel. (%) HAZ	CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA mmol/(m ² -s)	Temperatura (°C)	Humedad rel. (%) HAZ	CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA mmol/(m ² -s)	Temperatura (°C)	Humedad rel. (%) HAZ					
<i>Clusia sp</i>	459.7	33.6	36.1	27.6	417.9	32.9	32.3	31.6	129.7	33.4	36.3	32	303.8	31.8	28.4	30.7	240.9	23.6	30.6	23.1
<i>Prunus sp</i>	507.1	30.6	33	31.2	351.2	31.5	37.4	32.5	363	34.5	23.9	34.2	162.7	32.4	41.4	29.2	182.1	24.4	32	24
<i>Podocarpus glomeratus</i>	217.0	32.8	48.0	30.7	176.3	34.8	36.9	33.0	94.4	34.5	27.6	36.4	121.1	31.0	32.2	29.5	146.2	26.5	33.6	24.9
<i>Escallonia resinosa</i>	404.1	31.9	68.5	32.1	256.3	32.9	59.3	32.7	407.6	33.5	43.3	33.5	432.3	29.6	47.9	29.5	471.5	23	50.6	23.1
<i>Baccharis sp</i>	410.9	34.8	34.7	34.3	384.5	31.8	34.9	31.2	231.8	35.2	30.7	34.4	351.5	36.8	30.1	35.9	367.2	24.7	32.6	23.5

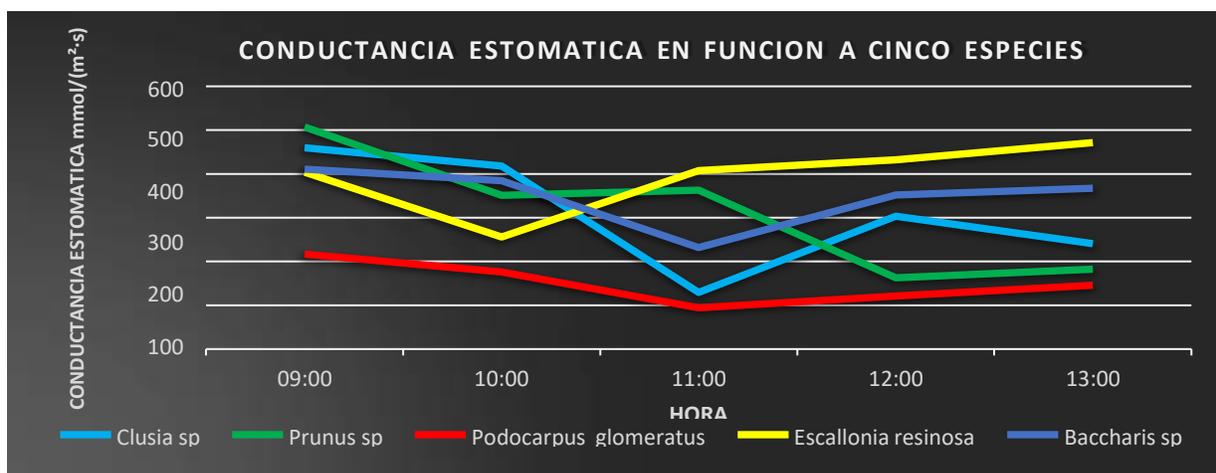


Figura 19: Conductancia estomática en función a cinco especies

Como se muestra en la figura 19, en 15 lecturas correlativas promediadas por especie en función del tiempo en un periodo de las 09:00 a las 16:00 horas

observándose que *Podocarpus glomeratus* tiene los rangos de menor conductancia estomática que se dan entre las 11:00 a 12:00 horas en relación a las otras especies.

4.2 ESTIMACION DE LA BIOMASA

Para lograr cuantificar la captura de carbono y la respiración foliar presente en el bosque de intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don) del Santuario Nacional del Ampay. Se estimó la biomasa utilizando dos ecuaciones alométricas a partir de mediciones dasométricas de la madera de las especies, considerando el DAP del tronco, la altura del árbol y la densidad del tronco.

Se tomaron mediciones dasométricas a un total de 872 árboles de intimpa, de bosques nativos andinos, considerando las variables del DAP (diámetro a la altura del pecho) con un valor ≥ 5 cm, altura total del árbol y la densidad de la especie.

A partir de los valores obtenidos de las mediciones dasométricas se usaron las ecuaciones alométricas propuestas por Chave *et al.*, (2005) y Chave *et al.*, (2014) para estimar la biomasa de todos los individuos muestreados, posteriormente se totalizó el valor de la biomasa por parcelas y especies, además se realizó un análisis de las ecuaciones alométricas propuestas para observar si existe alguna variación entre los valores obtenidos (Tabla 9).

TABLA 9: PROMEDIOS DE DATOS RELACIONADOS A LA BIOMSA AÉREA

N° DE PARCELA	N° DE ARBOLES	PROMEDIOS				
		CAP (cm)	DAP (cm)	ALTURA (m)	ALTURA (cm)	DENSIDAD (gr/cm ³)
PARCELA N°1	397	45.56227848	14.50292208	9.607594937	960.7594937	0.472537
PARCELA N°2	157	55.83677419	17.77340094	8.832258065	883.2258065	0.472537
PARCELA N°3	115	71.57876106	22.78423203	10.62831858	1062.831858	0.472537
PARCELA N°4	213	50.14597156	15.96196182	9.677725118	967.7725118	0.472537

Como se muestra en la figura 20, en el muestreo de 872 árboles de *Podocarpus glomeratus* el comportamiento de la altura y el DAP tiene una gran variación, así mismo se puede evidenciar la varianza de número de árboles por parcelas lo cual se debe a que es un bosque natural donde se da un crecimiento discontinuo de los propios árboles, donde la parcela número 1 si bien tiene mayor cantidad de árboles seguido de la parcela 4 pero estos tienen un

rango de DAP intermedio mientras que en las parcelas 2 y 3 el DAP presenta los valores más altos indicando que hay si habría un mayor estado de desarrollo de los árboles.

COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA Y DAP

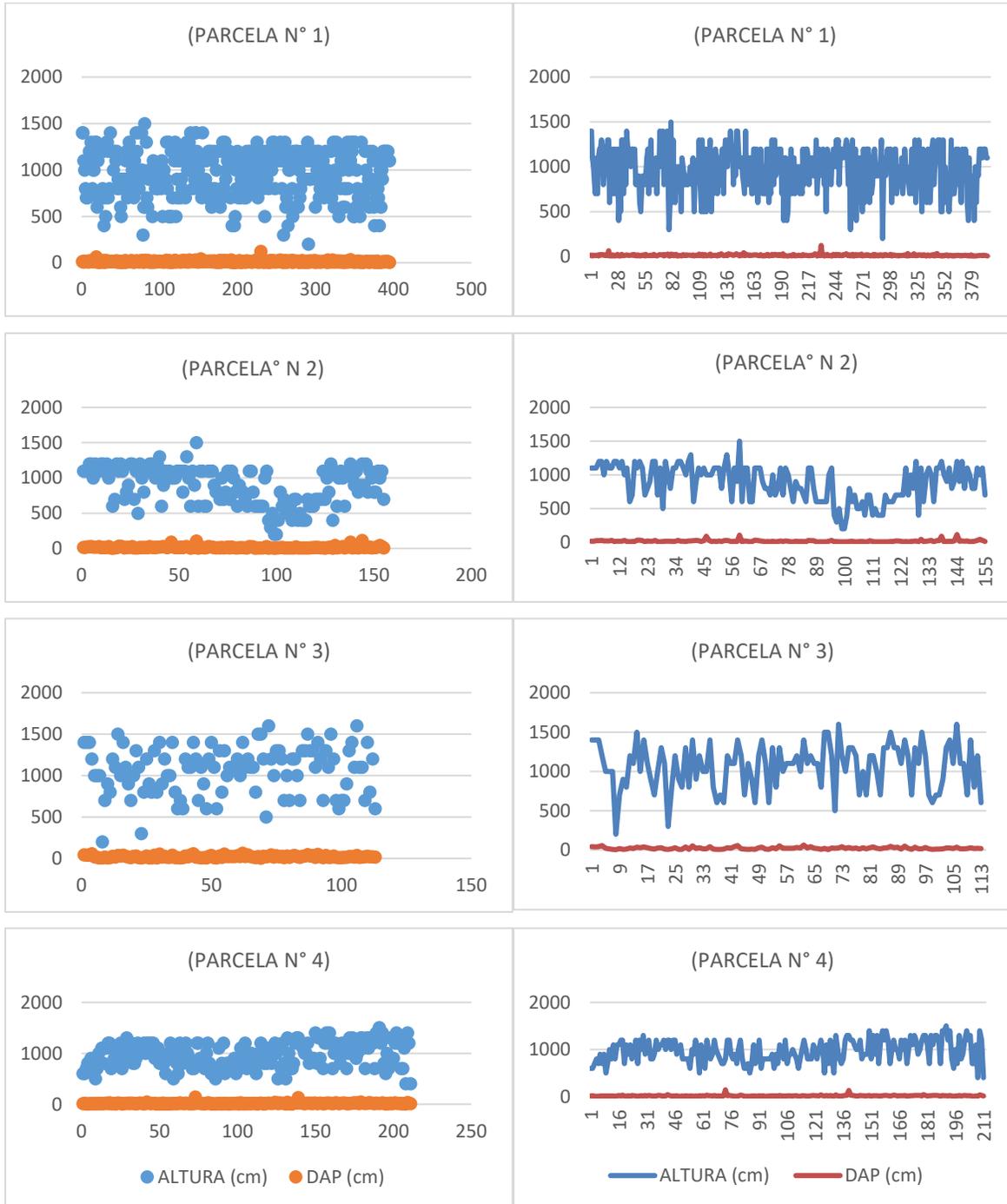


Figura 20: comportamiento de la altura y DAP.

Tabla 10: DETERMINACION DE LA BIOMASA ARBOREA Y CANTIDAD DE CARBONO

N° DE PARCELA	BIOMASA ARBOREA (kg)		BIOMASA AEREO TOTAL (T/ha)		CANTIDAD DE CARBONO (TC/ha)	
	Chave 2005	Chave 2014	Chave 2005	Chave 2014	Chave 2005	Chave 2014
PARCELA N°1	29535.22	32142.52	82.04	89.28	41.02	44.64
PARCELA N°2	23262.12	24511.24	64.62	68.09	32.31	34.04
PARCELA N°3	23373.60	24952.47	64.93	69.31	32.46	34.66
PARCELA N°4	23590.39	25085.46	65.53	69.68	32.76	34.84
SUMATORIA	99761.33	106691.69	277.11	296.37	138.56	148.18
PROMEDIO	24940.33	26672.92	96.22	102.90	34.64	37.05

Como se muestra en la tabla 10, para un ecosistema considerado como: Bosque relicto mesoandino según el MINAM la biomasa aérea considerando únicamente a *Podocarpus glomeratus* D. Don. fue de 96.22 t/ha y 102.90 t/ha para ambas ecuaciones alométricas empleadas, algo similar a lo que obtuvo Phillips, *et al.* (2011), donde la biomasa aérea para un bosque muy húmedo montano (Mapa 03) reporto un total de biomasa aérea de 125,5 ±22 T/ha y para un bosque pluvial montano reporta 106,4 ±7,5 T /ha de biomasa aérea, donde la variación de sebe que son diferentes ecosistemas y al tipo de bosques.

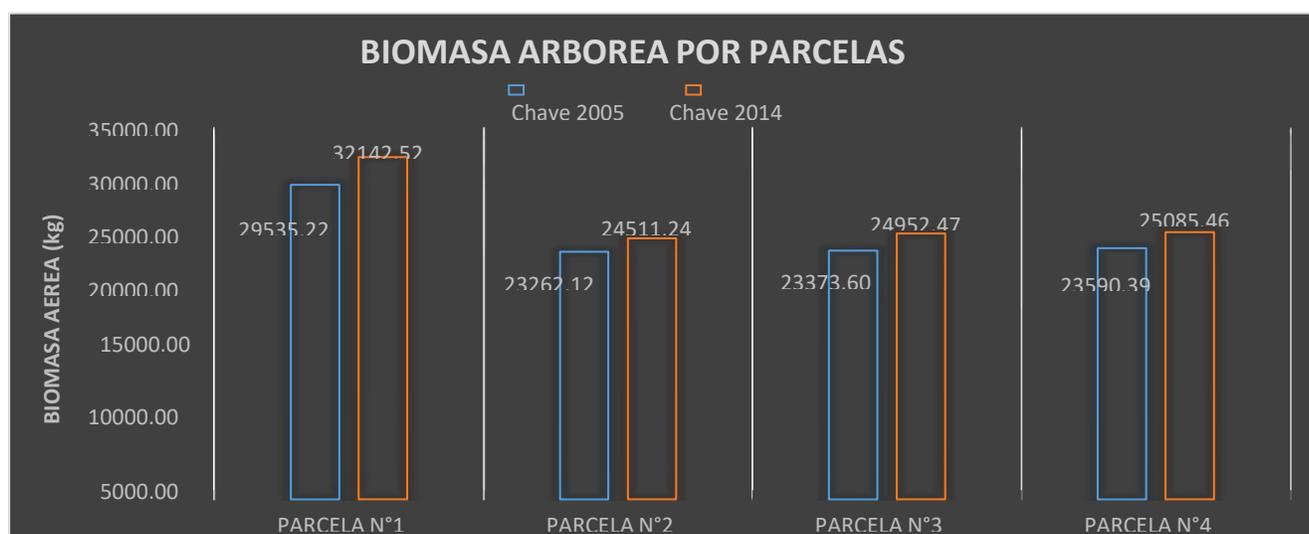


Figura 21: Biomasa arbórea por parcelas

Como se muestra en la figura 21, en el muestreo de 872 árboles de *Podocarpus glomeratus* los valores de Chave 2005 y Chave 2014 que son ecuaciones que nos permiten cuantificar la biomasa por parcelas se evidencia un mayor valor en la parcela uno que en parte se debe a que cuenta con mayor cantidad de árboles en relación a las demás parcelas.

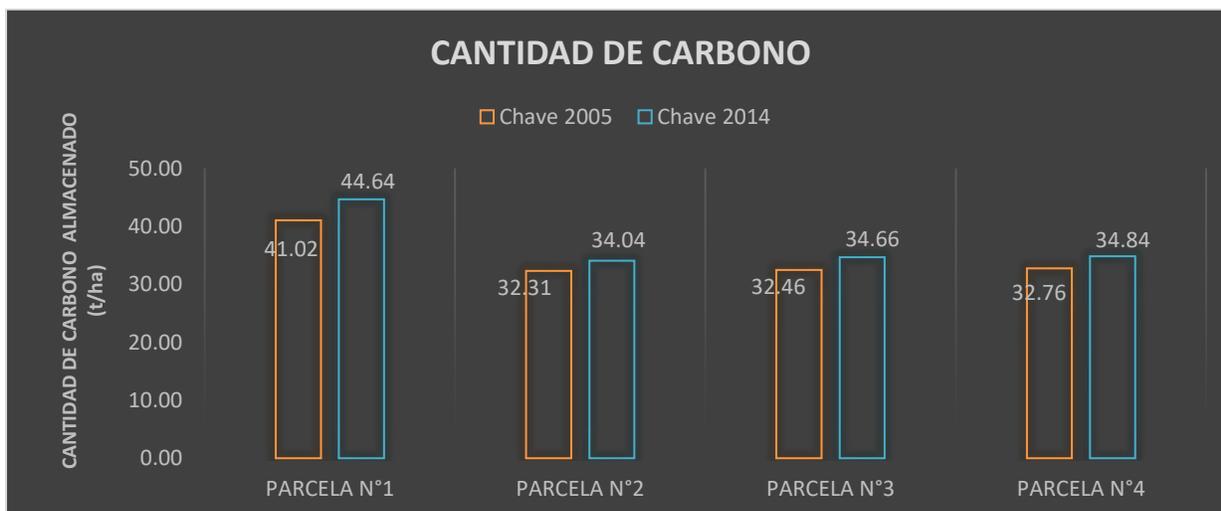


Figura 22: Cantidad de carbono almacenado por parcela

Como se muestra en la figura 22, en el muestreo de 872 árboles de *Podocarpus glomeratus* los valores de cantidad de carbono en base a Chave 2005 y cantidad de carbono en base a Chave 2014. Conde los valores promedio son de: 34.64 T C/ha y 37.05 T C/ha lo cual esta dentro del rango señalado por Cuesta, *et al.* (2009), quienes determinaron que los bosques andinos cumplen un papel fundamental en el balance de CO₂ de la atmósfera que pueden llegar a acumulare entre 20 y 40 T C/ha.

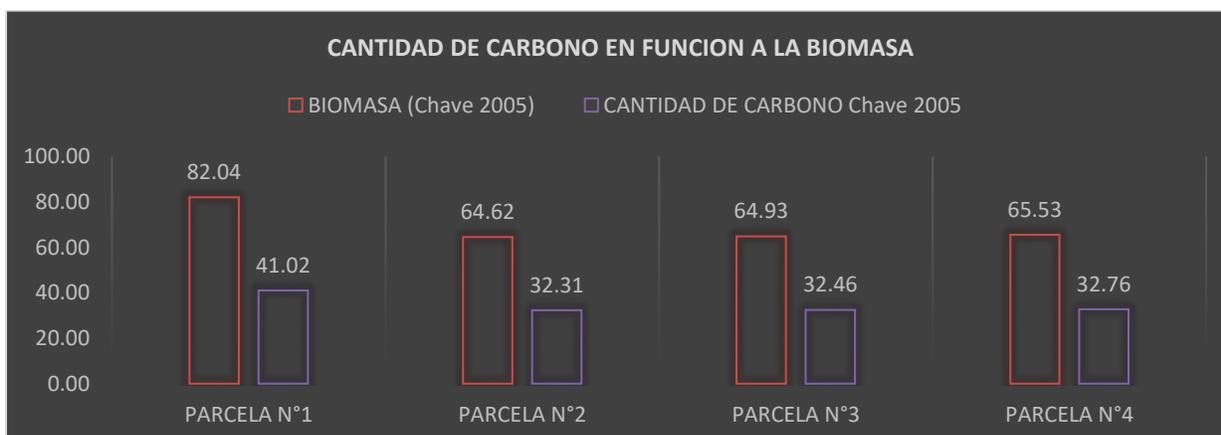


Figura 23: Cantidad de carbono en función a la biomasa.

Como se muestra en la figura 23, en el muestreo de 872 árboles de *Podocarpus glomeratus*, los valores de biomasa en base a Chave 2005 y cantidad de carbono en base a Chave 2005 son directamente proporcional, es decir a mayor biomasa abra mayor cantidad de carbono y se evidencia un mayor valor en la parcela uno que en parte de debe a que cuenta con mayor cantidad de árboles en relación a las demás parcelas.

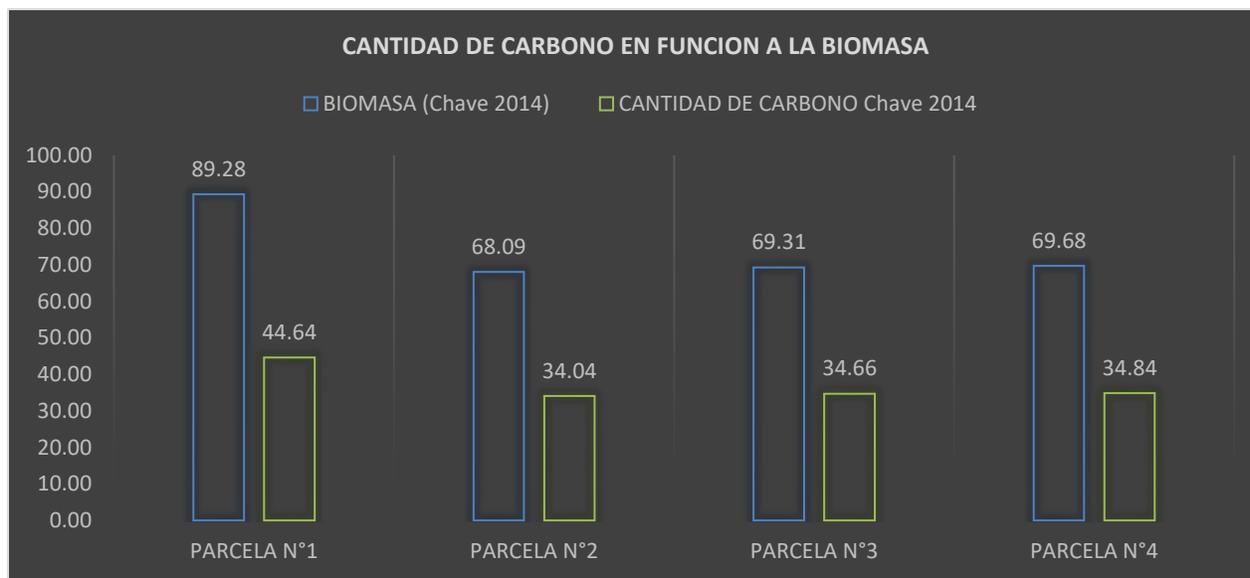
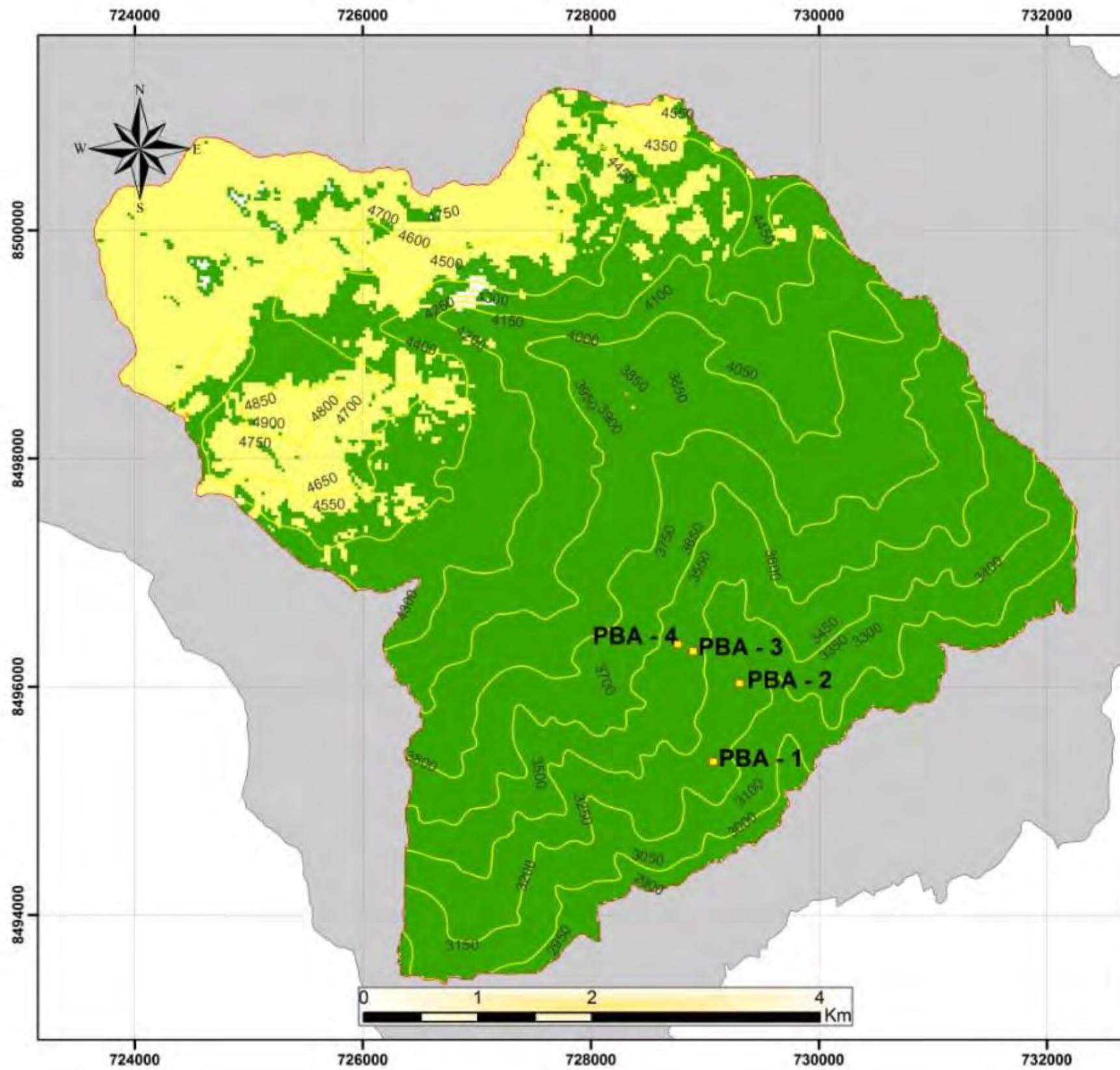


Figura 24: Cantidad de carbono en función a la biomasa.

Como se muestra en la figura 24, en el muestreo de 872 árboles de *Podocarpus glomeratus*, los valores de biomasa en base a Chave 2014 y cantidad de carbono en base a Chave 2014 son directamente proporcional, es decir a mayor biomasa abra mayor cantidad de carbono y se evidencia un mayor valor en la parcela uno que en parte de debe a que cuenta con mayor cantidad de árboles en relación a las demás parcelas. De igual manera Huamantupa, *et al.* (2016), evaluaron la diversidad y biomasa arbórea de estas mismas cuatro parcelas en el cual tuvo mayor aporte de biomasa *Podocarpus glomeratus* con 100.28/104.90 t/ha, mientras que en el presente trabajo de investigación de 3 a 4 años después donde se muestrearon las mismas parcelas permanentes se obtuvo un valor de 96.22 t/ha y 102.90 t/ha para ambas ecuaciones alométricas presenciándose una ligera disminución, lo cual se debe a la mortalidad de varios árboles de intimpa lo cual se evidencia en el monitoreo en campo al no encontrarse algunos códigos de las etiquetas rotuladas y así mismo otras etiquetas en el suelo.



UBICACION POLITICA



Leyenda

- Santuario nacional de Ampay
- Parcelas evaluadas
- Nivel de superficie

Indices de vegetación (Mancheago 2017)

- Suelo sin vegetación
- Vegetación ligera
- Vegetación alta

MAPA : "INDICE DE VEGETACIÓN DEL SANTUARIO NACIONAL DE AMPAY"

TABLA DE DATOS		
UBICACIÓN	LANDSAT 8	Área evaluada
Región:	Apurímac	4 parcelas 60 m x 60 m
Provincia:	Abancay	
Distritos:	Abancay, Tamburco, San Pedro de Cachora y Huanipaca	Fuente: Instituto Geográfico Nacional
Autor(es): Dennis Jimenes Ortega		MAPA N°: 03
Proyección : UTM	Datum : WGS84	
ZONA: 18S	Fecha : 02 de Octubre, 2021	

CONCLUSIONES

1. La densidad estomática de *Podocarpus glomeratus* D. Don realizada en cada hoja en la parte superior del dosel dio un promedio total de 27.93 de un total de 30 observaciones al microscopio. Asimismo, el promedio total de células epidérmicas fue de 88.80 observándose que la cantidad de estomas y células epidérmicas no presentan una variación considerable.
2. Tomándose en cuenta los días con mayor incidencia solar, se evidencia que las horas donde se alcanza menor conductancia estomática son entre las 11:00 y 12:00 horas y la mayor conductancia en las primeras horas del día y las últimas horas de la tarde lo cual se debe a que hay menor incidencia solar, asimismo *Podocarpus glomeratus* D. Don. en relación a otras especies de árboles presentes en el Santuario Nacional de Ampay presenta mayor estrés y por ende una mayor tolerancia a la incidencia solar.
3. La biomasa aérea para las 4 parcelas monitoreadas 277.11 (t/ha) y 296.37 (t/ha) respectivamente para ambas ecuaciones alométricas, así mismo la cantidad de carbono fue de 138.56 (t/ha) y 148.18 (t/ha) para las 4 parcelas monitoreadas.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

1. A pesar de que los bosques de intimpa están siendo protegidos y son considerados como los mejores conservados en el Perú, necesitan más esfuerzos en cuanto a su conservación e investigación donde tiene que jugar un papel importante las autoridades gubernamentales, SERNANP y la población local.
2. Senderizar las principales rutas de acceso y desplazamiento de los visitantes en zonas que aún faltan para conservar de mejor manera los bosques.
3. El control de ingreso de visitantes en algunos casos no se puede efectivizar debido a que los visitantes tienden a ingresar por zonas aledañas y zona de amortiguamiento con la viveza de no pasar por el puesto de registro para no pagar la entrada esto ocasiona un desorden y atenta contra zonas que son vulnerables, ante ello se sugiere un mayor control por parte del personal guardaparque adicional en la laguna pequeña puesto que este es el destino principal, donde se puede concientizar de manera verbal y gráfica mediante avisos fáciles de entender.
4. En temporadas navideñas un se observa lugares del santuario que vienen siendo invadidos con la finalidad de extracción de musgos, salvajinas, ramas y otros para decoraciones de los nacimientos navideños, ante esta problemática se debería seguir fortaleciendo los operativos en mercados y lugares donde se expenden estos insumos con la finalidad de hacer que la población por temor a la detención o multas reduzcan la incidencia de esta actividad.
5. El control de incendios en todo nuestro país aún es deficiente y en muchas ocasiones por falta de implementos, accesibilidad y personal, no se logra ser eficiente ante estos lamentables eventos, sin embargo la concientización es un gran aliado donde se pueden realizar brigadistas de los pobladores aledaños quien de cierto modo pueden ser los causantes, así mismo la concientización mediante talleres o eventos públicos y escolares ya que los otros involucrados directos son los visitantes que en algunas ocasiones acampan en el santuario o zonas aledañas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. *et al.* (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca México.
- Aguilar, S. (2001). Estimación de biomasa aérea y carbono almacenado en el área de aprovechamiento anual, Petén - Guatemala.
- Alfaro, L. (2017). Dinámica, biomasa aérea y variables poblacionales de dos parcelas permanentes en bosques montanos de Wiñaywayna, Santuario Histórico de Machupicchu, Cusco – Perú.
- Alvarez, G. (2008). Métodos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia.
- ANAM. (2000). La ciencia del cambio climático global.
- Arreaga, W. (2002). Almacenamiento de carbono en bosques con manejo forestal en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén - Guatemala.
- Atkin, O. Tjoelker, M. (2003). Thermal acclimation and the dynamic response of plant respiration to temperature. *Trends in Plant Science*.
- Ávila, G, *et al.* (2001). Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales, Costa Rica.
- Barturén, L. (2018). Evaluación de Captura de carbono en especies forestales del proyecto de reforestación de la Microcuenca San Miguel de las Naranjas, Cajamarca – Perú.
- Bellota, D. (2015). Variaciones de la diversidad, biomasa aérea y dinámica poblacional en cuatro comunidades arbóreas a través de una gradiente altitudinal en la Reserva Comunal El Sira-Huánuco. Cusco, Perú.
- Ben-She A, y Nelson, N. (2004). The complex architecture of oxygenic photosynthesis. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*.
- Bert Metz, *et al.* (2005). La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono, USA.

- Bidwell, G. (1979). Fisiología vegetal, México.
- Bowman, I. (1938). Los Andes del Sur del Perú. Arequipa - Perú.
- Brown, S. (1997). Estimating Biomass and Biomass change of Tropical Forest. USA.
- Brown, S. y Lugo, A. (1984). A new Stimite Based. Biomass of Tropical Forests. USA.
- Calaveri, M. (2006). Wood CO₂ efflux in a primary tropical rain forest. Global Change Biology, USA.
- Cano E. (1993). Relación alométrica entre el área foliar y el área de la albura en *Pinus patula* Schl et Cham., en Zacatlán, Puebla, Montecillo - México.
- Carr, D. (2000). On the Supposed Changes in Stomatal Frequency and Size with Height of Leaf Insertion. Annals of Botany.
- Castellanos, E. (2010.) Metodología para la Estimación del contenido de carbono en bosques y sistemas agroforestales, Guatemala.
- Castellanos, E. Bonilla, y C. Quilo, A. (2007). Cuantificación de carbono capturado por bosques comunales y municipales de cuatro municipios de los departamentos de San Marcos y Huehuetenango, Guatemala.
- Chambi, P. (2001). Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios. Perú.
- Chave, J. et al. (2005). Tree Allometry and Improved Estimation of Carbon Stock. Toulouse, Francia.
- Chave, J. et al. (2009). Towards worldwide wood ecomics espectrum. France, UK and USA.
- Chave, J. et al. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. Costa Rica, Colombia and Francia.
- CONAFOR, (2008). Catálogo de contenido de carbono en especies forestales de tipo arbóreo del noreste de México.
- Córdova, L. (2002). Estimación de Biomasa y Carbono para *Pinus oocarpa* Schied, *P. maximinoi* H.E. Moore y *P. Caribaea morelet*. Var, Guatemala.

- Cruzado, B. (2010). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de los bosques altoandinos de la concesión para conservación Alto Huayabamba – San Martín- Perú.
- Cuesta F. *et al.* (2009). Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Quito – Ecuador.
- Curtis, H. (1996). Invitación a la Biología, Madrid - España.
- Dávila, V. *et al.* (2010) Almacenamiento de carbono y flujo de CO₂ en los suelos con plantaciones de tres especies forestales, Valle del Mantaro – Perú.
- Díaz, R. *et al.* (2007). Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula Schl.* Tlaxcala – México.
- Dirección Regional de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción de Apurímac, (2000). Estudio geológico del valle de Abancay: Evaluación y prevención de desastres. Apurímac – Perú.
- Douce R, y Neuburger M. (1989). The uniqueness of plant Mitochondria. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.
- EL PERUANO. (2014). Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, Perú.
- Emerson, R. y Arnon, W. (1932). A separation of the reactions in photosynthesis by means of intermittent light. Journal of General Physiology
- FAO, (2002) - Evaluation des ressources forestières mondiales 2000, Roma.
- Farfán, F. (2012). Biomasa y flujo de carbono en tallos leñosos de la Reserva Nacional de Tambopata – Candamo, Madre de Dios Cusco Perú.
- Freitas, L. *et al.* (2006). Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la R. N. Pacaya Samiria, Loreto – Perú.
- Galiano, W. (1995). Especies endémicas del Santuario Nacional de Ampay, Apurímac - Perú.
- Galiano, W. *et al.* (1986). "Una Propuesta Integral para la Conservación de la Fauna

Silvestre en el Sur del Perú.

Galiano, W. y Tupayachi, (1985). Flora del Ampay: Proyecto Santuario Nacional- Perú.

García, C. (1999). El cambio climático: estado de la cuestión y aspectos científicos. Nómadas.

Gibbon, A. *et al.* (2010). Ecosystem carbon storage across the grassland-Forest transition in the high Andes of Manu National Park, Perú.

Gil, J. *et al.* (2008). Alternativas energéticas requeridas por la familia campesina en la cordillera del Vilcanota. Cusco – Perú.

Graf, K. (1994). Vegetación y clima de los andes bolivianos durante la última época glacial. Bolivia.

Hernández, *et al.* (2007). Los estomas de *Myrtillocactus geometrizans* (Mart.ex.Pfeiff) Console (Cactaceae); variación en su área de distribución. México.

Hill, R. y Bendal, F. (1960). Function of the two cytochrome components in chloroplast: a working hypothesis.

Honorio, E., y Baker, T. (2010). Manual para el Monitoreo del Ciclo de Carbono en Bosques Amazónicos. Universidad de Leeds, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Lima – Perú.

Hostnig, R. y Palomino, C. (1997). El Santuario Nacional Ampay: Refugio de la Intimidad en Apurímac - Perú.

Huamantupa, *et al.* (2016). Diversidad y biomasa en los bosques andinos del Santuario Nacional del Ampay, Apurímac – Perú.

IDMA. (1998). Diagnóstico para el Plan Maestro del Santuario Nacional de Ampay, Apurímac – Perú.

INRENA. (2001). Valoración Económica de la Diversidad Biológica y Servicios Ambientales, Lima – Perú.

Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente. (1999). Plan de Desarrollo Forestal para la Zona De Amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay, Apurímac- Perú.

- IPCC. (2007). The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge.
- Josse, C. *et al.* (2009). Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Lima – Perú.
- Kadenbach, B. (2010). New extension of the Mitchell Theory for oxidative phosphorylation in mitochondria of living organisms. *Biochimica et Biophysica*.
- Kessler, M. y Driesch, P. (1993). Causas e historia de la destrucción de bosques altoandinos en Bolivia. *Ecología en Bolivia*.
- Klepac, D. (1983). Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales, Chapingo -México.
- Kraub, N. (2003). Mechanisms for photosystems I y II. *Current Opinion in Chemical Biology*
- Lagos, G. (1988). Inventario y Catalogación Arqueológica, de los sectores Noreste y Noroeste del Santuario Nacional del Ampay, Apurímac- Perú.
- Lambert, D (1998). Implementation Issues AND Research Opportunities. *The International Journal OF Logistics Management*.
- Lapeyre, T. *et al.* (2003). Determinación de las Reservas de Carbono de la biomasa aérea en diferentes sistemas de Uso de Tierra en San Martín. Lima – Perú.
- Larios, J. (2008). Calentamiento global al borde del límite, Córdoba – España.
- Leaf Porometer, (2017). Operators manual Leaf Porometer EEUU.
- Locatelli, B., y S. Leonard (2001). Un método para medir el carbono almacenado en los bosques de Malleco - Chile.
- López, G. (2015). Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el fundo Violeta (Distrito de Tahuamanu – Madre de Dios), Perú.
- Martinez, O. y Rechberger, J. (2007). Característica de la avifauna en un gradiente altitudinal de un bosque nublado andino en la Paz, Bolivia.

- Martínez, R. *et al.* (2001). La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá.
- Mateucci Y Colma. (1982). Metodología Para El Estudio De La Vegetación, Argentina.
- Medina, E.(1977). Introducción a la ecofisiología vegetal. Caracas- Venezuela.
- Meier y Grace. (2002). Scaling relationships for Woody tissue respiration in two trópicas rain forest, Plant, cell and environment, Escocia.
- MINAGRI, (2008). Plan Maestro Santuario Nacional de Ampay Apurímac- Perú.
- MINAM, (2013). Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, Lima – Perú.
- MINAM, (2019), Lineamientos para la Valoración Económica de la Diversidad Forestal y Fauna Silvestre, Lima – Perú.
- Molleapaza, *et al* (2015). Valoración de la fijación de carbono en dos bosques alto-andinos (Ampay–Lampa). Apurímac – Perú.
- Montero, M. y Montagnini, F. (2005). Modelos alométricos para a estimación de biomassade diez especies nativas en plantaciones, Costa Rica.
- Moreno, N. *et al.* (2011). Modelo para cálculo estimación del carbono en tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe en la Reserva Nacional Malleco – Chile.
- Morrone, J. (2001). Biogeografía de América Latina y el Caribe. Zaragoza.
- Mostacedo, B. (2006). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Bolivia.
- Mota C. *et al.* (2011). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos de la región de Murcia – España.
- Muñoz, B. *et al.* (2008) Densidad Estomatal y Potencial Hídrico en Plantas de Tomate (*Physa/ixocarpa Brot.*), Revista Chapingo.
- Nava D. *et al.* (2009). Características del intercambio de gases en hojas de guayabo (*Psidium guajava L.*), México.
- Ochoa, J. y Acosta, L. (2003). Una nueva especie de Orobothriurus (Scorpiones:Bothriuridae) del Santuario Nacional Ampay, Apurímac, Perú.

- Olguín, M. (2001). Incorporación de la captura de carbono como propuesta de manejo forestal integral, México.
- Ordoñez, B. *et al.* (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. México.
- Ordoñez, J. (1999). Captura de Carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán. México.
- PACC/PREDES-CBC, (2012). Estrategia regional frente al cambio climático de la región Apurímac – Perú.
- Parés, J. *et al.* (2004). Características de los estomas, densidad e índice estomático y su variación en función a la injertación, Venezuela.
- Phillips, *et al.* (2011). Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en los bosques naturales de Colombia, Bogotá - Colombia.
- Phillips, O. y Miller, J. (2002). Global Patterns of Plant Diversity: Alwyn H. Gentry's Forest Transect Data Set. USA.
- Pietragalla, J. y Pask, A. (2013). Conductancia estomatica, Mexico.
- Puma, B. (2012). Respiración folias de *eucaliptus globulus labill.* (Mirtaceae) y *Polilepis racemosa* Ruiz y pav. (Rosaceae) en el Valle de Cusco. Cusco – Perú.
- Quispe, J. (2016). Análisis comparativo del cambio de cobertura forestal de bosques nativos mediante el uso de imágenes satelitales en dos localidades de la provincia de Anta, Cusco – Perú.
- Ramirez, O., y Gómez, H. (1999). Estimación y valoración económica del almacenamientode Carbono, Costa Rica.
- Robertson, *et al.* (2009). Stem Respiration in Tropical Forests Along an Elevation Gradient in the Amazon and Andes. *Global Change Biology*, Perú.
- Rocha, M. *et al.*, (2010). Glycolysis and the Tricarboxylic Acid Cycle Are Linked by Alanine Aminotransferase during Hypoxia Induced by Waterlogging of *Lotus japonicus*. *Plant Physiology*

- Rugnitz, M. (2010). Aprendiendo sobre pagos por servicios ambientales. Fundamentos para la elaboración de proyectos de carbono forestal, Honduras.
- Schimel, D. (1995). Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. Global Change Biology. Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.
- SERNAP, (2011). Diagnóstico del Plan Maestro del Santuario Nacional de Ampay – Perú.
- Smithsonian National Museum of Natural History. (2000). Tropical- Andes. USA.
- Solomon, S. *et al.* (2007). Technical Summary. In: Climate Change 2007
- Squeo, F. y Leon, M. (2007). Fisiología vegetal. La Serena – Chile.
- UNESA, (2005). Forestación y Reforestación. Sumideros de Carbono, Kioto.
- Van Der Hammen, T. y Cleef, A. (1986). Development of the high páramo flora and vegetation, Oxford - USA.
- Velázquez, J. *et al.* (2012). Diversidad y dinámica de un bosque sub andino de altitud en la Región Norte de los Andes Colombianos, Colombia.
- Villalba, R. (1995). Geographical variations in tree growth responses to climate in the southern Andes - Francia.
- Weberbauer, A. (1945). El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos - Estudio fitogeográfico. Estación experimental de La Molina. Lima - Perú.
- Wild World Life. (1999). Diagnóstico y Plan Maestro del Santuario Nacional de Ampay. Lima – Perú.
- Yarupaitan, G. y Alvan J. (2003). Importancia de la flora silvestre en la subsistencia de comunidades aledañas al Santuario Nacional del Ampay, Trujillo - Perú.
- Zeinalov, Y. (2005). Mechanisms of photosynthetic oxygen evolution and fundamental hypotheses of photosynthesis. In Pessaraki M. Handbook of photosynthesis. New York.

WEBGRAFÍA

CONDESAN, (2021). Ciencia, Práctica y Política para el Desarrollo Sostenible en los Andes.

<https://condesan.org/?s=BOSQUES+ANDINOS+DEL+PER%C3%9A>

CONICET, (2022), Firma de acuerdos para fortalecer la industria vitivinícola y economías regionales del sector. Argentina.

<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/blog/en-mendoza-el-conicet-firma-acuerdos-para-fortalecer-la-industria-vitivinicola-y-economias-regionales-del-sector/>

Ecología verde, (2021). Cuando respiran las plantas.

<https://www.ecologiaverde.com/cuando-respiran-las-plantas-3430.html>

GREENPACE, (2010). Cambio Climático.

<http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Frenar-el-cambio-climatico/Ciencia/Efecto-invernadero/>

MINAM, (2013). Cambio climático y desarrollo sostenible en el Perú.

<https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites>

NOAA, (2017). Las temperaturas del año 2016.

<http://cambioclimaticoenergia.blogspot.com/2017/01/las-temperaturas-del-ano-2016-noaa.html>

Portal frutícola, (2016). Fisiología vegetal: La Fotosíntesis.

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/11/24/fisiologia-vegetal-la-fotosintesis-el-proceso-que-alimenta-al-mundo/>

UNLP, (2013). Causas y consecuencias del calentamiento global.

<https://unlp.edu.ar/wpcontent/uploads/89/27589/1d9aa068f3cd179c49096f2b8d9e9125.pdf>

ANEXOS

FLORA PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO



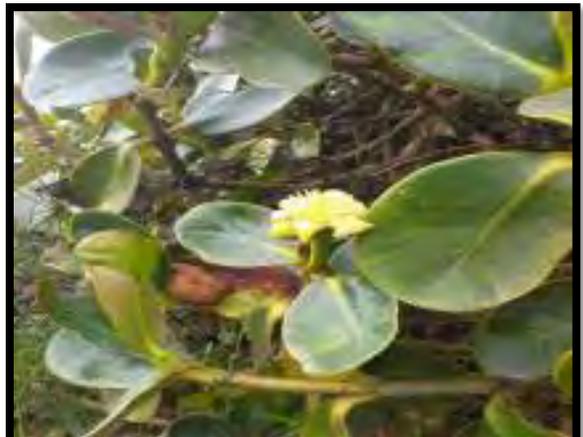
Tillandsia sp.



Vallea stipularis



Peperonia rotundata



Clusia aff. Webwrbaueri



Bomarea formosissima



Puya densiflora



Baccharis latifolia



Passiflora tripartita



Begonia Veitchii



Halenia sp.



Taraxacum officinalis



Duranta armata



Opuntia ficus



Peperomia sp.



Fragaria vesca



Lupinus s.



Salvia scutellarioides



Berberis saxicola



Oxalis sp.



Salvia scutellarioides



Monnina salicifolia



Vervena litoralis



Malaxis andicola



Chusque sp.



Caesalpinia spinos



Lupinus antensis



Helania unbelta



Fuchsia bolivian



Fuchsia apetala



Phytolaca bogotensis



Niphidium sp.



Berberis carinata



Melpomene sp.



Geranium peruvianum



Geranium sessiliflorum



Rubus coriacea

HONGOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Hygrocybe sp.



Hygrocybe sp.



Lycoperdon sp.



Lepiota sp.



Cora pavonia



Panaeolus sp.

FAUNA PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Chuchanga sp.



Harmonia sp.



FOTO 69:



Hemipepsis sp.



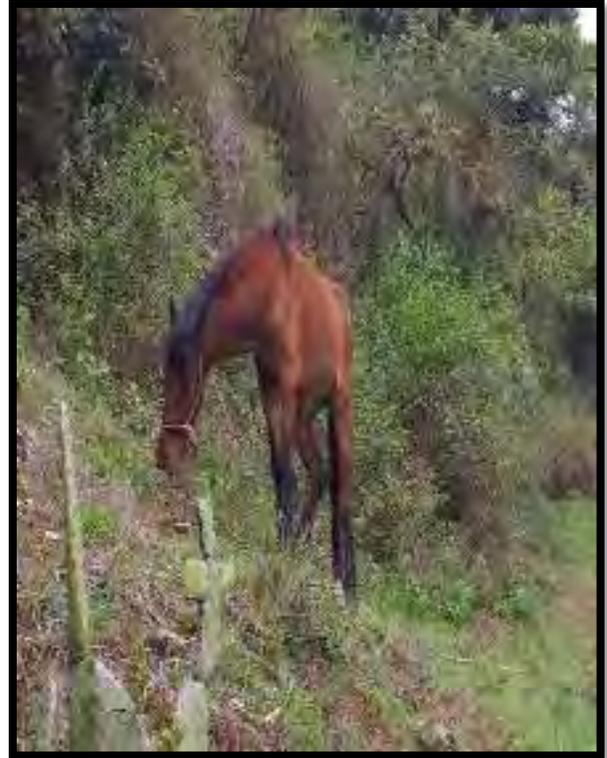
Pomacea sp.



FOTO 73:



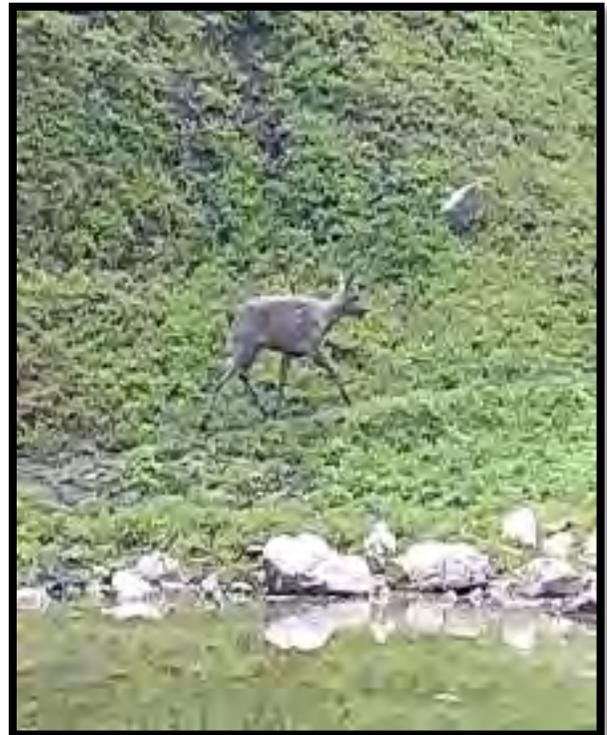
Equus caballus



Equus caballus



Bos taurus



Odocoileus virginianus



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

HERBARIO VARGAS (CUZ)

CERTIFICADO DE DETERMINACIÓN TAXONÓMICA N° 005-2020-HVC-FCB-UNSAAC

La directora del Herbario Vargas (CUZ)-Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), deja constancia que: el señor **Dennis Jimenez Ortega**, con código de matrícula 113589, estudiante de la Escuela Profesional de Biología, de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ha presentado a la Dirección del Herbario Vargas (CUZ) una muestra botánica para su determinación taxonómica (expediente N° 3626), para el proyecto de tesis intitulado "**Evaluación de la Captura de Carbono y Respiración Foliar del Bosque de Intimpa (*Podocarpus glomeratus* D. Don), en el Santuario Nacional de Ampay - Abancay - Apurímac**". La que al ser diagnosticada por el Mgt. Abel Monteagudo Mendoza, utilizando claves dicotómicas, consulta con bibliografía especializada, y comparación con muestras del Herbario, concuerdan con la siguiente especie; de acuerdo a la clasificación del Grupo del Sistema Filogenético de las Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group-APG IV, 2016).

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE LOCAL
1	Podocarpaceae	<i>Podocarpus glomeratus</i> D. Don	"intimpa"

Se le expide la presente certificación a petición formal del interesado para los fines que viera por conveniente.

Cusco, 04 de Noviembre del 2020.


Blga. María Luisa Ochoa Cámara
Directora del Herbario Vargas CUZ



MEDIDAS DASOMETRICAS DE LA PARCELA N° 1 DEL SN AMPAY							
N°	N° DE PLACA	CAP (cm)	ALTURA (m)	DAP (cm)	DENSIDAD	CHAVE 2005	CHAVE 2014
1	456.2	46.5	14	14.8014081	0.472537	73.7713451	81.9062243
2	457.1	45	14	14.3239433	0.472537	69.0886687	76.8280073
3	460	22.7	11	7.22563362	0.472537	13.8133228	15.9657569
4	461	52	10	16.5521123	0.472537	65.8962117	73.3611796
5	462.1	43	8	13.6873236	0.472537	36.0479572	40.7168369
6	465	28.2	7	8.9763378	0.472537	13.5659439	15.6866326
7	462.2	51.9	11	16.5202813	0.472537	72.2073093	80.2109615
8	462.3	48.6	7	15.4698588	0.472537	40.2925116	45.3897159
9	462.4	23.3	11	7.41661953	0.472537	14.553193	16.7998652
10	479	67	12	21.32676	0.472537	131.275782	143.749615
11	44.2	56.8	12	18.0799995	0.472537	94.3477784	104.134977
12	44.3	49.3	13	15.6926757	0.472537	77.0000402	85.4031083
13	44.1	64.2	12	20.4354924	0.472537	120.532749	132.256508
14	489	51.6	8	16.4247883	0.472537	51.9090584	58.1213675
15	493	49.2	10	15.6608447	0.472537	58.9907566	65.8481624
16	486	29.3	10	9.32647864	0.472537	20.9213161	23.9416112
17	484.1	69.5	11	22.1225347	0.472537	129.483985	141.834336
18	484.2	53.3	13	16.9659151	0.472537	90.0018696	99.4507364
19	572	201	13	63.9802801	0.472537	1279.93887	1327.01305
20	418.3	20.4	6	6.49352096	0.472537	6.08506674	7.17301083
21	418.2	37.7	11	12.0002814	0.472537	38.1003659	42.9779163
22	480.2	16.3	7	5.18845057	0.472537	4.53238726	5.38063671
23	480.1	54.8	12	17.4433798	0.472537	87.8205442	97.097562
24	418.1	19.9	7	6.33436604	0.472537	6.75550708	7.94336779
25	417	50	12	15.9154926	0.472537	73.1097023	81.1891742
26	415	20.7	7	6.58901392	0.472537	7.30958115	8.57862296
27	422	37.5	8	11.9366194	0.472537	27.4161384	31.1711368
28	442	77.6	12	24.7008444	0.472537	176.099632	191.477944
29	427	24.2	4	7.7030984	0.472537	5.70879548	6.73978318
30	423	25.9	7	8.24422514	0.472537	11.4433012	13.2863169
31	426.1	24	5	7.63943643	0.472537	7.01853142	8.2450795
32	426.2	75.2	13	23.9369008	0.472537	179.156593	194.721415
33	443	52.2	13	16.6157742	0.472537	86.3253046	95.4837161
34	444	32.4	7	10.3132392	0.472537	17.9077829	20.5696701
35	445	37.9	12	12.0639434	0.472537	42.006203	47.2729183
36	442	43.8	8	13.9419715	0.472537	37.401754	42.2086119
37	48.1	54.6	14	17.3797179	0.472537	101.710803	112.059526
39	446	52.5	12	16.7112672	0.472537	80.6034468	89.3016813
40	48.2	42.3	12	13.4645067	0.472537	52.3257837	58.5767231

41	482	38.1	12	12.1276053	0.472537	42.45071	47.7610898
42	477	47.4	10	15.0878869	0.472537	54.7533183	61.2275811
43	434	48.2	12	15.3425348	0.472537	67.9405539	75.5816718
44	397	64	12	20.3718305	0.472537	119.782936	131.453449
45	398	35.8	11	11.3954927	0.472537	34.3567836	38.8514031
46	439	70.4	12	22.4090135	0.472537	144.937353	158.332659
47	400	27	8	8.59436598	0.472537	14.2125261	16.4159369
48	472	22	9	7.00281672	0.472537	10.6155288	12.3474575
49	473	54.5	8	17.3478869	0.472537	57.9077582	64.6680223
50	435.2	46.7	9	14.86507	0.472537	47.8332656	53.6630088
51	435.1	17.8	6	5.66591535	0.472537	4.63281562	5.49696845
52	438	27.4	5	8.72168992	0.472537	9.14797335	10.6785332
53	401	26.2	8	8.3397181	0.472537	13.3827798	15.4798849
54	402	53.5	9	17.029577	0.472537	62.7774736	69.9705119
55	390.1	34.1	9	10.8543659	0.472537	25.5038079	29.0472496
56	390.2	17	8	5.41126747	0.472537	5.63432106	6.65395564
57	405	80	9	25.4647881	0.472537	140.370628	153.461742
58	389	27.5	11	8.7535209	0.472537	20.2727112	23.2169122
59	387	38.9	12	12.3822532	0.472537	44.2521331	49.7382267
60	403	30.2	7	9.6129575	0.472537	15.558427	17.9315165
61	392.2	36.8	11	11.7138025	0.472537	36.3029639	40.997935
62	392.1	48.6	13	15.4698588	0.472537	74.8289501	83.0520752
63	380	33.1	8	10.5360561	0.472537	21.3599256	24.4313717
64	379	42.2	8	13.4326757	0.472537	34.7191153	39.2512517
65	381	76.8	9	24.4461966	0.472537	129.365571	141.707739
66	382	41.7	10	13.2735208	0.472537	42.3765768	47.6796829
67	343	39.3	11	12.5095771	0.472537	41.4029749	46.6102356
68	383	18.3	7	5.82507027	0.472537	5.71286525	6.74447258
69	386	40.8	11	12.9870419	0.472537	44.6238228	50.1459286
70	385	53.6	10	17.061408	0.472537	70.0137501	77.8318671
71	53	71.6	14	22.7909853	0.472537	174.907262	190.21246
72	55	62	12	19.7352108	0.472537	112.413478	123.554126
73	56	55.8	10	17.7616897	0.472537	75.8790979	84.1894623
74	51	64.9	14	20.6583093	0.472537	143.704772	157.018343
75	57	22.6	8	7.19380263	0.472537	9.95773642	11.6001413
76	62	64.4	9	20.4991544	0.472537	90.9636765	100.487879
77	63	45.8	10	14.5785912	0.472537	51.1192787	57.2581342
78	19	79	14	25.1464782	0.472537	212.929571	230.471286
79	72	83.3	10	26.5152106	0.472537	169.100061	184.046186
80	NUEVO	18.8	3	5.9842252	0.472537	2.58398932	3.10924
81	77	22.4	6	7.13014066	0.472537	7.33670485	8.60969034

82	24	89.1	15	28.3614077	0.472537	290.202018	311.784217
83	79	34	6	10.8225349	0.472537	16.9029632	19.4424166
84	15	82	13	26.1014078	0.472537	213.022177	230.569114
85	13	28	7	8.91267583	0.472537	13.3742015	15.4702005
86	22.2	57.5	6	18.3028164	0.472537	48.3437907	54.2219376
87	22.1	77.5	9	24.6690135	0.472537	131.734545	144.239893
88	3	20.3	10	6.46168998	0.472537	10.0425924	11.696611
89	2.2	22	9	7.00281672	0.472537	10.6155288	12.3474575
90	8.1	42.5	10	13.5281687	0.472537	44.0181333	49.481513
91	2.1	38.2	10	12.1594363	0.472537	35.561534	40.1805117
92	8.2	21	5	6.68450687	0.472537	5.37356312	6.35322984
93	81	27.7	11	8.81718288	0.472537	20.5686593	23.5476488
94	95	68.8	10	21.8997178	0.472537	115.353463	126.706942
95	107.1	51.3	9	16.3292954	0.472537	57.7206218	64.4640468
96	92	25.7	8	8.18056317	0.472537	12.8768606	14.9084696
97	107.3	55.8	9	17.7616897	0.472537	68.2911881	75.9623558
98	107.2	34.6	8	11.0135208	0.472537	23.3397363	26.639137
99	106	47.2	8	15.024225	0.472537	43.4337918	48.8403073
100	105	52.6	9	16.7430982	0.472537	60.6831	67.6912667
101	82.2	46	10	14.6422531	0.472537	51.56671	57.747218
102	59	38.8	9	12.3504222	0.472537	33.0186811	37.3738637
103	110	33.1	8	10.5360561	0.472537	21.3599256	24.4313717
104	82.1	53.8	11	17.12507	0.472537	77.5909372	86.0427024
105	115	19.2	5	6.11154914	0.472537	4.49186011	5.33367442
106	116	40.4	9	12.859718	0.472537	35.7980195	40.44128
107	117	43.8	10	13.9419715	0.472537	46.7521924	52.4789628
108	113	26.3	9	8.37154908	0.472537	15.170775	17.495328
109	103	37.5	9	11.9366194	0.472537	30.8431557	34.9685402
110	99.1	87.4	13	27.820281	0.472537	242.00257	261.136036
111	101.1	43.3	8	13.7828166	0.472537	36.5527066	41.2731846
112	101.2	26	5	8.27605613	0.472537	8.23702646	9.63941058
113	99.2	76	13	24.1915487	0.472537	182.988711	198.785464
114	133	23	5	7.32112657	0.472537	6.44583876	7.58778889
115	134	24.6	5	7.83042234	0.472537	7.37384458	8.65222556
116	97.1	64.5	12	20.5309854	0.472537	121.661856	133.465568
117	97.2	18	5	5.72957732	0.472537	3.94792393	4.7023444
118	130	33	7	10.5042251	0.472537	18.5771754	21.3197779
119	139	48.4	12	15.4061968	0.472537	68.5055457	76.1950611
120	138	32.4	11	10.3132392	0.472537	28.1408017	31.9750255
121	122	89.4	13	28.4569007	0.472537	253.204926	272.927519
122	140	21.4	5	6.81183081	0.472537	5.58021988	6.59159004

123	121	47.3	9	15.056056	0.472537	49.0702818	55.0170646
124	120	38.3	7	12.1912673	0.472537	25.0235746	28.5132993
125	146.2	34.2	11	10.8861969	0.472537	31.3544118	35.5341555
126	119	44.7	12	14.2284503	0.472537	58.4319061	65.2392501
127	146.1	35.2	11	11.2045068	0.472537	33.21481	37.5905188
128	146.4	21.5	7	6.8436618	0.472537	7.88549064	9.23768907
129	128.1	66.8	9	21.2630981	0.472537	97.8699114	107.927501
130	128.3	43.4	8	13.8146475	0.472537	36.7217362	41.4594521
131	145	49.6	11	15.7881686	0.472537	65.9492406	73.4187984
132	189	92.3	11	29.3799993	0.472537	228.375677	246.774773
133	148	63.5	12	20.2126755	0.472537	117.918639	129.456239
134	130	32.8	7	10.4405631	0.472537	18.3526798	21.0682862
135	188	33.6	11	10.695211	0.472537	30.2639075	34.3274315
136	154	47.2	13	15.024225	0.472537	70.5799117	78.4460847
137	136	64	10	20.3718305	0.472537	99.8191136	110.024927
138	157	26.4	10	8.40338007	0.472537	16.984846	19.5343356
139	179.1	96.3	13	30.6532387	0.472537	293.798577	315.554955
140	179.2	79.3	12	25.2419712	0.472537	183.899853	199.751448
141	172.1	75.9	14	24.1597177	0.472537	196.546515	213.147719
142	186	71.8	11	22.8546473	0.472537	138.195956	151.140883
143	172.2	48.7	12	15.5016897	0.472537	69.35742	77.119678
144	197.1	41.4	8	13.1780278	0.472537	33.4152281	37.8118801
145	197.2	47.6	12	15.1515489	0.472537	66.2596157	73.7560155
146	303	82	9	26.1014078	0.472537	147.476892	161.039758
147	232	98.4	14	31.3216893	0.472537	330.348237	353.814131
148	227.1	69.8	14	22.2180276	0.472537	166.223584	180.989978
149	227.2	52.9	12	16.8385911	0.472537	81.8363688	90.6346261
150	226	20.4	10	6.49352096	0.472537	10.1417779	11.8093465
151	178	69.4	10	22.0907037	0.472537	117.374215	128.87286
152	222	34.5	11	10.9816899	0.472537	31.9069018	36.1451402
153	206.2	82.2	9	26.1650698	0.472537	148.197168	161.807354
154	206.1	131.2	8	41.7622525	0.472537	335.59186	359.294404
155	236	29.5	7	9.39014061	0.472537	14.8455343	17.129159
156	249.3	88.1	14	28.0430979	0.472537	264.809532	285.129213
157	238	53.3	8	16.9659151	0.472537	55.3857659	61.9177432
158	237	47.4	8	15.0878869	0.472537	43.8026546	49.2450893
159	249.4	38	11	12.0957743	0.472537	38.7091504	43.6480273
160	244	58.3	9	18.5574643	0.472537	74.5475508	82.7472344
161	249.1	41.8	11	13.3053518	0.472537	46.838072	52.5730462
162	240.2	38.7	7	12.3185912	0.472537	25.5489897	29.0974727
163	240.1	47	7	14.960563	0.472537	37.6831776	42.5185539

164	249.2	62	12	19.7352108	0.472537	112.413478	123.554126
165	253.1	50	12	15.9154926	0.472537	73.1097023	81.1891742
166	246	63	8	20.0535206	0.472537	77.3793089	85.8136469
167	253.2	57.9	12	18.4301404	0.472537	98.0374789	108.10785
168	245	34.7	6	11.0453518	0.472537	17.6061323	20.2314278
169	752	32	11	10.1859152	0.472537	27.4502562	31.208996
170	258.8	28.4	8	9.03999977	0.472537	15.7246297	18.1184485
171	742	66	12	21.0084502	0.472537	127.386345	139.591328
172	258.7	30.6	8	9.74028144	0.472537	18.2552002	20.9590615
173	258.9	19.7	7	6.27070407	0.472537	6.62040035	7.7882797
174	741	39.5	10	12.5732391	0.472537	38.0231377	42.8928901
175	258.1	17.8	7	5.66591535	0.472537	5.40495155	6.38944757
176	258.2	30	7	9.54929553	0.472537	15.3530375	17.7004438
177	739.1	68.3	12	21.7405628	0.472537	136.419488	149.244347
178	739.2	75.7	12	24.0960557	0.472537	167.581767	182.433182
179	258.6	18.3	6	5.82507027	0.472537	4.89674164	5.80240351
180	258.1	39.8	8	12.6687321	0.472537	30.8823181	35.0118745
181	258.5	29.6	7	9.42197159	0.472537	14.9463526	17.2426847
182	749	77.7	13	24.7326754	0.472537	191.266606	207.557447
183	258.4	34.6	8	11.0135208	0.472537	23.3397363	26.639137
184	258.3	40.2	8	12.796056	0.472537	31.5061876	35.702026
185	724	76.8	13	24.4461966	0.472537	186.861381	202.890444
186	266	71.9	9	22.8864783	0.472537	113.384594	124.59576
187	268	37.1	10	11.8092955	0.472537	33.5429751	37.9529598
188	277	42.2	11	13.4326757	0.472537	47.7387835	53.5595531
189	278	72.2	12	22.9819712	0.472537	152.443672	166.331033
190	274	43.5	11	13.8464785	0.472537	50.7253392	56.8274371
191	728	53.8	12	17.12507	0.472537	84.6446587	93.6689555
192	727	26.8	7	8.53070401	0.472537	12.2524063	14.2024276
193	288.1	101.2	11	32.2129569	0.472537	274.541164	295.351649
194	288.2	16.3	4	5.18845057	0.472537	2.58993557	3.11622304
195	684.2	32.8	11	10.4405631	0.472537	28.8399255	32.7501115
196	684	27.3	11	8.68985893	0.472537	19.9789077	22.8884576
197	289.4	17.3	4	5.50676042	0.472537	2.91746704	3.50029239
198	289.3	18	5	5.72957732	0.472537	3.94792393	4.7023444
199	679	25.8	10	8.21239416	0.472537	16.2215808	18.6771001
200	289	27.9	8	8.88084485	0.472537	15.1758196	17.5010059
201	675	40.7	12	12.9552109	0.472537	48.4421963	54.3296569
202	289.2	21	7	6.68450687	0.472537	7.52298837	8.82298477
203	287	66	11	21.0084502	0.472537	116.770817	128.226209
204	735	68.2	11	21.7087318	0.472537	124.685283	136.70177

205	734	16.8	7	5.3476055	0.472537	4.81471256	5.70751661
206	290	25.7	9	8.18056317	0.472537	14.4864682	16.7246842
207	291	26.7	9	8.49887302	0.472537	15.6357527	18.0184924
208	732.1	39.5	10	12.5732391	0.472537	38.0231377	42.8928901
209	292	43.7	10	13.9101405	0.472537	46.5389558	52.2453381
210	732.2	28.7	7	9.13549273	0.472537	14.0512705	16.2341266
211	298.3	26.2	8	8.3397181	0.472537	13.3827798	15.4798849
212	298.2	27	7	8.59436598	0.472537	12.4359604	14.4100515
213	669	72.3	12	23.0138022	0.472537	152.866246	166.781022
214	298.1	51.4	8	16.3611263	0.472537	51.5074424	57.6824389
215	681	36.1	9	11.4909856	0.472537	28.5831886	32.4655322
216	298.4	46	12	14.6422531	0.472537	61.8800521	68.9941014
217	298.5	37.2	12	11.8411265	0.472537	40.4688522	45.5835867
218	298.6	28.7	11	9.13549273	0.472537	22.0805679	25.2355342
219	298.7	26.8	8	8.53070401	0.472537	14.00275	16.1794116
220	720.2	26.5	10	8.43521105	0.472537	17.1137628	19.6790317
221	296	47	11	14.960563	0.472537	59.2164219	66.0940034
222	720.1	39.5	11	12.5732391	0.472537	41.8254515	47.0743759
223	297	40	9	12.732394	0.472537	35.0926571	39.6633664
224	306	68.8	11	21.8997178	0.472537	126.888809	139.059182
225	295	100	9	31.8309851	0.472537	219.329107	237.229377
226	712	77.1	13	24.5416895	0.472537	188.324086	204.44036
227	711	21.5	7	6.8436618	0.472537	7.88549064	9.23768907
228	709	25.4	9	8.08507022	0.472537	14.1502367	16.3457135
229	286	118.2	12	37.6242244	0.472537	408.573279	435.369489
230	708	27.3	10	8.68985893	0.472537	18.1626433	20.8553396
231	707	389	10	123.822532	0.472537	3687.67776	3727.42918
232	662	45	9	14.3239433	0.472537	44.4141442	49.9159448
233	715	85.1	12	27.0881683	0.472537	211.784478	229.261525
234	285	22.6	8	7.19380263	0.472537	9.95773642	11.6001413
235	694	25.7	10	8.18056317	0.472537	16.0960758	18.5360519
236	661	26.7	5	8.49887302	0.472537	8.68652928	10.152488
237	260	76.3	12	24.2870416	0.472537	170.248809	185.266362
238	705	29.8	11	9.48563356	0.472537	23.8055914	27.1579627
239	706	27.9	9	8.88084485	0.472537	17.072797	19.6330546
240	663.2	39.2	10	12.4777462	0.472537	37.4477643	42.2592886
241	663.1	17.5	8	5.57042239	0.472537	5.97062569	7.04131669
242	693	23.3	11	7.41661953	0.472537	14.553193	16.7998652
243	692	76.9	12	24.4780275	0.472537	172.936907	188.120832
244	666.2	67	12	21.32676	0.472537	131.275782	143.749615
245	694	25.8	10	8.21239416	0.472537	16.2215808	18.6771001

246	666.1	81.2	13	25.8467599	0.472537	208.885922	226.198573
247	695	50.6	12	16.1064785	0.472537	74.874863	83.1018102
248	696	67.3	13	21.422253	0.472537	143.491852	156.791277
249	703	26.9	8	8.56253499	0.472537	14.1074431	16.297465
250	337	55	11	17.5070418	0.472537	81.0908448	89.8286783
251	702	29.7	12	9.45380258	0.472537	25.7957349	29.3717122
252	701	33.2	12	10.5678871	0.472537	32.2337753	36.5065014
253	332.1	68.5	11	21.8042248	0.472537	125.784634	137.878019
254	332.2	46	12	14.6422531	0.472537	61.8800521	68.9941014
255	333	80.3	12	25.560281	0.472537	188.567176	204.697915
256	697	97.1	13	30.9078865	0.472537	298.700241	320.692223
257	332.3	37.7	11	12.0002814	0.472537	38.1003659	42.9779163
258	691	26	8	8.27605613	0.472537	13.1792423	15.250061
259	332.2	57.8	11	18.3983094	0.472537	89.5575332	98.9715064
260	331	17	3	5.41126747	0.472537	2.1128704	2.55466771
261	686	50.3	12	16.0109855	0.472537	73.9896507	82.1427773
262	687	82	13	26.1014078	0.472537	213.022177	230.569114
263	339	21.8	6	6.93915475	0.472537	6.94893099	8.16526859
264	341	22.8	7	7.2574646	0.472537	8.86791445	10.3593448
265	688	68.5	12	21.8042248	0.472537	137.2196	150.09861
266	328.3	24.6	4	7.83042234	0.472537	5.89907566	6.9589491
267	328.1	63	10	20.0535206	0.472537	96.7241362	106.694131
268	690	49	10	15.5971827	0.472537	58.5121318	65.326671
269	328.2	60.3	11	19.194084	0.472537	97.4722678	107.499497
270	689	35.1	6	11.1726758	0.472537	18.0143769	20.6891616
271	327	84	8	26.7380275	0.472537	137.563216	150.465445
272	326	17	5	5.41126747	0.472537	3.52145066	4.2058986
273	363	42.1	12	13.4008447	0.472537	51.832147	58.0373169
274	324	31	6	9.86760538	0.472537	14.0516848	16.2345938
275	325	59.4	11	18.9076052	0.472537	94.5843614	104.389828
276	638	56.4	12	17.9526756	0.472537	93.0236155	102.708287
277	637	42.7	12	13.5918306	0.472537	53.3200757	59.6628352
278	634	62.5	12	19.8943657	0.472537	114.23391	125.506572
279	351	34	6	10.8225349	0.472537	16.9029632	19.4424166
280	627	16.9	10	5.37943648	0.472537	6.96028736	8.17829227
281	353	41.3	7	13.1461968	0.472537	29.0972472	33.0352781
282	354	55.3	8	17.6025348	0.472537	59.6202799	66.5339125
283	628	20.6	11	6.55718293	0.472537	11.3757722	13.2097882
284	358	79.7	12	25.3692951	0.472537	185.759764	201.722954
285	632	24	9	7.63943643	0.472537	12.6333566	14.6332507
286	361	46.7	9	14.86507	0.472537	47.8332656	53.6630088

287	322	45.6	9	14.5149292	0.472537	45.6064172	51.2233339
288	611	17	9	5.41126747	0.472537	6.33861119	7.46456945
289	314	55.8	9	17.7616897	0.472537	68.2911881	75.9623558
290	311	60.8	11	19.3532389	0.472537	99.095425	109.246323
291	645	55.8	13	17.7616897	0.472537	98.6428272	108.759311
292	112.2	17.8	2	5.66591535	0.472537	1.54427187	1.88127767
293	609	29.7	9	9.45380258	0.472537	19.3468012	22.1814053
294	309	71.2	11	22.6636614	0.472537	135.895925	148.685284
295	310	45.6	9	14.5149292	0.472537	45.6064172	51.2233339
296	315.2	56	11	17.8253517	0.472537	84.0664097	93.0443634
297	588	36.6	12	11.6501405	0.472537	39.1739331	44.15946
298	315.1	40.3	11	12.827887	0.472537	43.5368034	48.9533582
299	589	43.2	12	13.7509856	0.472537	54.5761004	61.0341568
300	312	81.5	12	25.9422529	0.472537	194.245168	210.711543
301	321	16.8	6	5.3476055	0.472537	4.12689648	4.91028972
302	369	29.8	9	9.48563356	0.472537	19.477302	22.3274238
303	368	57.2	10	18.2073235	0.472537	79.7344162	88.3618556
304	592	45.5	12	14.4830982	0.472537	60.5421445	67.5378019
305	367	35.6	12	11.3318307	0.472537	37.0625249	41.8349324
306	374	26.5	7	8.43521105	0.472537	11.979634	13.8937478
307	378	40.7	8	12.9552109	0.472537	32.2947975	36.5739522
308	615	19.3	8	6.14338013	0.472537	7.26203547	8.52415766
309	617.1	35	10	11.1408448	0.472537	29.8531285	33.8726053
310	380	33	8	10.5042251	0.472537	21.2310576	24.2875002
311	617.2	38.5	11	12.2549293	0.472537	39.734514	44.7761124
312	348.3	39	7	12.4140842	0.472537	25.9466334	29.5393938
313	348.2	48.8	9	15.5335207	0.472537	52.2319109	58.4741559
314	621.2	58.8	12	18.7166192	0.472537	101.108964	111.41232
315	616	32	10	10.1859152	0.472537	24.9547784	28.4367878
316	627	17	10	5.41126747	0.472537	7.04290132	8.27301999
317	581	102	9	32.4676048	0.472537	228.190003	246.578953
318	628	20.7	8	6.58901392	0.472537	8.35380703	9.77277097
319	345	40.8	7	12.9870419	0.472537	28.3969781	32.2590894
320	344	45	8	14.3239433	0.472537	39.4792393	44.4953301
321	629.1	38.9	12	12.3822532	0.472537	44.2521331	49.7382267
322	629.2	27.7	7	8.81718288	0.472537	13.0891468	15.1483027
323	582	95	9	30.2394359	0.472537	197.944519	214.627292
324	550	71.8	13	22.8546473	0.472537	163.322493	177.906332
325	584	28.7	6	9.13549273	0.472537	12.0439461	13.966541
326	549	27.7	10	8.81718288	0.472537	18.6987812	21.4559767
327	586	57.8	9	18.3983094	0.472537	73.2743454	81.3676193

328	548	50	13	15.9154926	0.472537	79.2021775	87.7861372
329	587	62	10	19.7352108	0.472537	93.6778986	103.413291
330	648	56	12	17.8253517	0.472537	91.7088106	101.291197
331	644	24.5	5	7.79859135	0.472537	7.31401647	8.58370335
332	542	62	12	19.7352108	0.472537	112.413478	123.554126
333	650	39.2	8	12.4777462	0.472537	29.9582115	33.9889704
334	651	56	11	17.8253517	0.472537	84.0664097	93.0443634
335	544.2	20.7	10	6.58901392	0.472537	10.4422588	12.1507167
336	544.1	21	6	6.68450687	0.472537	6.44827575	7.59058876
337	546.1	55	12	17.5070418	0.472537	88.4627398	97.7904952
338	490	37.8	8	12.0321124	0.472537	27.8565512	31.6597587
339	546.2	17.1	6	5.44309845	0.472537	4.27560161	5.08290283
340	488	46.5	8	14.8014081	0.472537	42.1550544	47.4364053
341	543	61.6	12	19.6078868	0.472537	110.967661	122.00292
342	541	59	13	18.7802812	0.472537	110.281112	121.266158
343	542	20	8	6.36619702	0.472537	7.79836825	9.13806322
344	524.1	81.5	10	25.9422529	0.472537	161.870973	176.362981
345	560	32.2	11	10.2495772	0.472537	27.7944567	31.5908784
346	524.2	108	11	34.3774639	0.472537	312.675575	335.328303
347	561.3	49.7	13	15.8199996	0.472537	78.2546027	86.7609227
348	561.2	31.5	12	10.0267603	0.472537	29.0172409	32.9466207
349	569.1	43.5	13	13.8464785	0.472537	59.9481282	66.8909742
350	524.3	21	5	6.68450687	0.472537	5.37356312	6.35322984
351	568.2	23.7	5	7.54394347	0.472537	6.84416478	8.04509682
352	568.1	40.5	13	12.891549	0.472537	51.9645487	58.1820068
353	521	21.5	6	6.8436618	0.472537	6.75899198	7.94736709
354	522	48	10	15.2788729	0.472537	56.1482514	62.7495585
355	529	40	8	12.732394	0.472537	31.193473	35.356129
356	531	57.2	7	18.2073235	0.472537	55.8140913	62.3850481
357	515	24	6	7.63943643	0.472537	8.42223771	9.85089621
358	514	21	5	6.68450687	0.472537	5.37356312	6.35322984
359	516	46.5	7	14.8014081	0.472537	36.8856726	41.6400872
360	596	40.9	13	13.0188729	0.472537	52.9960778	59.3089709
361	7045	16.4	7	5.22028156	0.472537	4.58816996	5.44526046
362	564	24.2	7	7.7030984	0.472537	9.99039208	11.6372687
363	511	35.8	7	11.3954927	0.472537	21.8634077	24.9932731
364	509	24.3	8	7.73492938	0.472537	11.5121462	13.3643257
365	617.1	35	12	11.1408448	0.472537	35.8237541	40.4696546
366	497	41	10	13.0507039	0.472537	40.9658032	46.1298314
367	624.2	52.6	12	16.7430982	0.472537	80.9108	89.6340145
368	518	30	8	9.54929553	0.472537	17.5463286	20.1643532

369	519	43	9	13.6873236	0.472537	40.5539519	45.677139
370	626	17.4	6	5.53859141	0.472537	4.4269387	5.25842316
371	554	39.6	12	12.6050701	0.472537	45.8590843	51.5002905
372	520	30.8	9	9.80394341	0.472537	20.8064364	23.8132936
373	498.1	38.4	9	12.2230983	0.472537	32.3413928	36.6254541
374	557	43.8	12	13.9419715	0.472537	56.1026309	62.6997976
375	555.1	38.3	11	12.1912673	0.472537	39.3227601	44.3231938
376	498.2	33	6	10.5042251	0.472537	15.9232932	18.3418277
377	555.2	17	4	5.41126747	0.472537	2.81716053	3.38278679
378	554	39	11	12.4140842	0.472537	40.773281	45.9182315
379	492	20.6	7	6.55718293	0.472537	7.23912777	8.497913
380	495	59.3	9	18.8757742	0.472537	77.1268611	85.5403908
381	558	21	8	6.68450687	0.472537	8.59770099	10.051148
382	496.1	28.9	7	9.1991547	0.472537	14.2477894	16.4556884
383	496.2	16	4	5.09295762	0.472537	2.49547784	3.00524952
384	571	24.3	10	7.73492938	0.472537	14.3901827	16.6161814
385	567	18.8	6	5.9842252	0.472537	5.16797864	6.11588797
386	604	25	10	7.95774628	0.472537	15.231188	17.5633225
387	605	30.7	9	9.77211243	0.472537	20.671549	23.6626063
388	603	38.2	12	12.1594363	0.472537	42.6738408	48.0060928
389	602	34	12	10.8225349	0.472537	33.8059264	38.2433142
390	600.2	34	12	10.8225349	0.472537	33.8059264	38.2433142
391	600.1	29.3	11	9.32647864	0.472537	23.0134477	26.2755996
392	592	45.5	12	14.4830982	0.472537	60.5421445	67.5378019
393	588	38.7	12	12.3185912	0.472537	43.798268	49.2402761
394	589	43.2	12	13.7509856	0.472537	54.5761004	61.0341568
395	609	30	11	9.54929553	0.472537	24.1262018	27.5148867
396	611	17	11	5.41126747	0.472537	7.74719146	9.0795293

MEDIDAS DASOMETRICAS DE LA PARCELA N° 2 DEL SN AMPAY							
N°	N° DE PLACA	CAP (cm)	ALTURA (m)	DAP (cm)	DENSIDAD	CHAVE 2005	CHAVE 2014
1	86	53.4	11	16.9977515	0.472537	76.4415063	84.7984363
2	85	52.5	11	16.7112725	0.472537	73.88654	82.0310499
3	83	77.9	11	24.7963453	0.472537	162.675308	177.218243
4	82	73.6	12	23.4276125	0.472537	158.413034	172.68493
5	79	84.5	12	26.897191	0.472537	208.808754	226.117014
6	81	61.7	10	19.6397241	0.472537	92.7735906	102.438849
7	80	66.2	12	21.0721188	0.472537	128.159635	140.41831
8	64	59.8	11	19.0349352	0.472537	95.862575	105.766473
9	64	90.1	11	28.6797267	0.472537	217.618747	235.423657
10	50.1	41.9	12	13.337187	0.472537	51.3408825	57.5003804
11	50.2	47.6	12	15.1515537	0.472537	66.2596578	73.7560614
12	49	45.5	11	14.4831028	0.472537	55.4970011	62.0391096
13	47	47.4	12	15.0878917	0.472537	65.7040238	73.1523476
14	45	89.3	10	28.4250787	0.472537	194.337654	210.809461
15	46	33	11	10.5042284	0.472537	29.1927227	33.1410696
16	7052	20	6	6.36619905	0.472537	5.84877991	6.90103486
17	44	31.2	7	9.93127052	0.472537	16.6058559	19.1088039
18	31	41.8	12	13.305356	0.472537	51.096111	57.2328071
19	43	95.7	11	30.4622624	0.472537	245.510798	264.830141
20	42	96.1	12	30.5895864	0.472537	270.073554	290.659819
21	48.1	78.5	11	24.9873313	0.472537	165.190868	179.892426
22	48.2	25	7	7.95774881	0.472537	10.6618384	12.4000271
23	40.1	55.3	8	17.6025404	0.472537	59.6203178	66.5339539
24	40.2	52.5	9	16.7112725	0.472537	60.4526236	67.4403319
25	33.2	48.5	12	15.4380327	0.472537	68.7889627	76.5027099
26	33.1	92	12	29.2845156	0.472537	247.520366	266.945611
27	30	21.5	7	6.84366398	0.472537	7.88549566	9.23769481
28	29	28.5	11	9.07183364	0.472537	21.773911	24.8934148
29	36	30.6	5	9.74028454	0.472537	11.4095074	13.2480207
30	19	53.4	12	16.9977515	0.472537	83.3907342	92.3144059
31	38	44.5	10	14.1647929	0.472537	48.2585267	54.1285995
32	59	52.4	8	16.6794415	0.472537	53.5311531	59.8933422
33	32	37.6	11	11.9684542	0.472537	37.8985341	42.7556963
34	35.1	43.7	11	13.9101449	0.472537	51.192884	57.3385987
35	18	86	12	27.3746559	0.472537	216.287881	234.018355
36	62	52.1	12	16.5839485	0.472537	79.3799334	87.9784247
37	20	49.5	11	15.7563426	0.472537	65.6836261	73.1301827
38	61	37.8	10	12.0321162	0.472537	34.8207112	39.3633492
39	22	60.5	12	19.2577521	0.472537	107.039983	117.786478

40	60	63.3	13	20.14902	0.472537	126.941846	139.115911
41	24	73.6	6	23.4276125	0.472537	79.2065171	87.7908316
42	25	85.6	9	27.2473319	0.472537	160.710435	175.128782
43	13.1	69.5	11	22.1225417	0.472537	129.484067	141.834424
44	13.2	37.4	10	11.9047922	0.472537	34.0876641	38.5543528
45	12.2	79	11	25.1464862	0.472537	167.301912	182.135831
46	12.1	284	10	90.4000265	0.472537	1965.57997	2016.99791
47	7	98.5	10	31.3535303	0.472537	236.44302	255.279283
48	6.2	36.2	10	11.5228203	0.472537	31.9353131	36.1765526
49	6.1	47.2	11	15.0242298	0.472537	59.7215017	66.6441589
50	6.3	41.4	11	13.178032	0.472537	45.9459679	51.5955179
51	15	61.8	11	19.6715551	0.472537	102.382015	112.781227
52	16	41.4	8	13.178032	0.472537	33.4152494	37.8119036
53	17	75.6	11	24.0642324	0.472537	153.211129	167.148258
54	2	88.5	13	28.1704308	0.472537	248.13266	267.59009
55	28	62.4	10	19.862541	0.472537	94.8906053	104.719695
56	7056	18.4	6	5.85690312	0.472537	4.95040732	5.86446043
57	3	49.8	11	15.8518356	0.472537	66.4822039	73.9978305
58	26	38.8	9	12.3504262	0.472537	33.0187021	37.3738869
59	201	335	15	106.633834	0.472537	4102.37078	4136.00049
60	s/p	16.4	6	5.22028322	0.472537	3.93271961	4.68466846
61	8.1	57.8	11	18.3983152	0.472537	89.5575903	98.9715679
62	8.2	48.5	11	15.4380327	0.472537	63.0565492	70.2740824
63	27	26	6	8.27605876	0.472537	9.88443805	11.5167952
64	199.2	38.6	6	12.2867642	0.472537	21.7861203	24.9070383
65	199.1	94.6	11	30.1121215	0.472537	239.899308	258.920721
66	207	81.3	11	25.8785991	0.472537	177.185351	192.630058
67	205	63.5	11	20.212682	0.472537	108.092154	118.916364
68	211	43.3	9	13.7828209	0.472537	41.1218211	46.3012922
69	7063	21.7	8	6.90732597	0.472537	9.18043991	10.7155206
70	193	37	8	11.7774682	0.472537	26.6899323	30.3650249
71	214	26.8	7	8.53070672	0.472537	12.2524141	14.2024364
72	195	51.3	10	16.3293006	0.472537	64.134065	71.4458728
73	215	23.9	7	7.60760786	0.472537	9.74423792	11.3573351
74	191	39.6	8	12.6050741	0.472537	30.5727423	34.6692845
75	192	67.4	11	21.4540908	0.472537	121.777349	133.589224
76	224	30.5	7	9.70845355	0.472537	15.8690802	18.2808768
77	212	59.7	11	19.0031042	0.472537	95.5422324	105.421503
78	221.5	42.8	10	13.623666	0.472537	44.6417875	50.1656318
79	70	25	8	7.95774881	0.472537	12.1849581	14.1261162
80	222	29	6	9.23098862	0.472537	12.2970598	14.2529434

81	213	42.8	9	13.623666	0.472537	40.1776087	45.2633794
82	216	35	8	11.1408483	0.472537	23.882518	27.2436128
83	221	35.2	8	11.2045103	0.472537	24.1562409	27.5483223
84	221.7	29.9	7	9.51746758	0.472537	15.2508642	17.5854666
85	219.1	23.6	6	7.51211488	0.472537	8.14384115	9.53296282
86	59.1	92	11	29.2845156	0.472537	226.893669	245.211678
87	59.2	73.2	11	23.3002885	0.472537	143.637846	156.946972
88	219.2	79.8	8	25.4011342	0.472537	124.150881	136.129898
89	219.3	20.7	6	6.58901601	0.472537	6.26535926	7.38036404
90	227.4	21.6	6	6.87549497	0.472537	6.82201689	8.01968651
91	227.1	27.8	6	8.84901668	0.472537	11.3004277	13.1243895
92	227.2	21.6	6	6.87549497	0.472537	6.82201689	8.01968651
93	227.3	27.2	6	8.65803071	0.472537	10.8179033	12.577148
94	245.2	50.8	10	16.1701456	0.472537	62.8899808	70.0928979
95	245.1	88	11	28.0112758	0.472537	207.592695	224.83167
96	247.1	16.7	4	5.31577621	0.472537	2.71861038	3.26724087
97	253.1	39.6	3	12.6050741	0.472537	11.4647784	13.3106541
98	272	21.5	5	6.84366398	0.472537	5.6324969	6.65185306
99	253.2	21.1	2	6.71634	0.472537	2.16994609	2.62199994
100	250.3	24.4	2	7.76676284	0.472537	2.90177467	3.48191581
101	271.2	21.5	4	6.84366398	0.472537	4.50599752	5.35005781
102	250.2	41.5	8	13.209863	0.472537	33.5768707	37.9903908
103	250.1	51.4	6	16.3611316	0.472537	38.6306064	43.5615855
104	271.1	26.7	7	8.49887573	0.472537	12.1611487	14.0991756
105	264.2	24.1	5	7.67126985	0.472537	7.07714554	8.31227764
106	264.3	32	5	10.1859185	0.472537	12.4773971	14.4569118
107	264.1	30	6	9.54929857	0.472537	13.1597548	15.2280523
108	264.5	27.2	4	8.65803071	0.472537	7.21193555	8.46675711
109	261	27.9	7	8.88084767	0.472537	13.2788506	15.362544
110	70(02)	79.3	7	25.2419792	0.472537	107.274982	118.038858
111	267.2	32.5	4	10.3450735	0.472537	10.2962896	11.984914
112	267.8	29	5	9.23098862	0.472537	10.2475498	11.9295391
113	267.1	25	4	7.95774881	0.472537	6.09247907	7.18153858
114	267.9	24	4	7.63943886	0.472537	5.61482871	6.63148734
115	267.3	21.4	4	6.81183298	0.472537	4.46417875	5.30159181
116	267.4	29	7	9.23098862	0.472537	14.3465697	16.5670288
117	267.7	23.3	6	7.41662189	0.472537	7.93811031	9.29784768
118	267.5	36.8	6	11.7138062	0.472537	19.8016293	22.690215
119	267.6	38.8	6	12.3504262	0.472537	22.0124681	25.159569
120	130.1	57.3	7	18.2391603	0.472537	56.0094517	62.5981586
121	130.2	57.5	7	18.3028223	0.472537	56.401125	63.0253649

122	127	43	7	13.687328	0.472537	31.5419827	35.7416141
123	70	29	7	9.23098862	0.472537	14.3465697	16.5670288
124	101	41.5	11	13.209863	0.472537	46.1681972	51.8390692
125	113	19.8	7	6.30253706	0.472537	6.68778739	7.86564221
126	99	33.8	10	10.7588764	0.472537	27.8411672	31.6426938
127	108	49.7	8	15.8200046	0.472537	48.1567092	54.0171352
128	92.1	60.2	12	19.1622591	0.472537	105.981062	116.649074
129	106.1	19.2	4	6.11155109	0.472537	3.59349038	4.28985486
130	92.2	138.6	11	44.1177594	0.472537	514.959629	545.693946
131	141	31.7	6	10.0904255	0.472537	14.6934511	16.9578719
132	139	50.2	10	15.9791596	0.472537	61.4131638	68.4859848
133	53	58.6	11	18.6529632	0.472537	92.0538495	101.663125
134	91.1	89.6	10	28.5205717	0.472537	195.645587	212.19409
135	104	21.5	6	6.84366398	0.472537	6.75899628	7.94737203
136	91.4	72	11	22.9183166	0.472537	138.967011	151.963869
137	91.5	70	11	22.2816967	0.472537	131.353849	143.833048
138	102	286	12	91.0366464	0.472537	2392.03401	2443.06736
139	78	28	10	8.91267867	0.472537	19.1060144	21.9119247
140	56	37	9	11.7774682	0.472537	30.0261739	34.0642243
141	139	50.2	11	15.9791596	0.472537	67.5544802	75.1624565
142	142.2	30.9	8	9.83577753	0.472537	18.6149118	21.3620451
143	70	64.2	9	20.4354989	0.472537	90.3996196	99.8796733
144	156	358	12	113.954963	0.472537	3748.01514	3786.94165
145	194	45.7	9	14.5467648	0.472537	45.8066938	51.4428666
146	170.1	65	12	20.6901469	0.472537	123.555476	135.492675
147	184	52.4	8	16.6794415	0.472537	53.5311531	59.8933422
148	170.2	59	11	18.7802872	0.472537	93.3148465	103.022109
149	170.3	24.7	10	7.86225582	0.472537	14.8678422	17.1542803
150	170.4	39	8	12.4140881	0.472537	29.6533141	33.6513111
151	170.6	43.7	8	13.9101449	0.472537	37.2311884	42.0207347
152	170.5	88.4	11	28.1385998	0.472537	209.48419	226.830856
153	170.7	132.1	10	42.0487447	0.472537	425.265031	452.720697
154	159.1	90	11	28.6478957	0.472537	217.135954	234.913886

MEDIDAS DASOMETRICAS DE LA PARCELA N° 3 DEL SN AMPAY							
N°	N° DE PLACA	CAP (cm)	ALTURA (m)	DAP (cm)	DENSIDAD	CHAVE 2005	CHAVE 2014
1	8.2	130.5	14	41.5394488	0.472537	581.036074	613.93265
2	8.1	126.5	14	40.266209	0.472537	545.96289	577.736383
3	11	129.5	14	41.2211388	0.472537	572.165424	604.783035
4	325	178.6	12	56.8501575	0.472537	932.820738	974.499329
5	301.1	65.8	10	20.9447949	0.472537	105.512964	116.146197
6	301.3	44.4	10	14.1329619	0.472537	48.0418782	53.8914175
7	301.2	23.3	10	7.41662189	0.472537	13.2301839	15.3075895
8	6989.3	17.3	2	5.50676218	0.472537	1.45873445	1.77950543
9	6989.2	54.6	7	17.3797234	0.472537	50.8554338	56.9696793
10	6989.4	18.6	9	5.92056511	0.472537	7.58791462	8.89729531
11	6989.5	32	8	10.1859185	0.472537	19.9638354	22.8716046
12	37.1	81.5	12	25.9422611	0.472537	194.245292	210.711674
13	37.2	54	11	17.1887374	0.472537	78.1689435	86.6682304
14	311	113.3	15	36.0645176	0.472537	469.250902	498.367717
15	285.2	88.6	10	28.2022618	0.472537	191.302868	207.595853
16	285.1	122.8	14	39.0884622	0.472537	514.492214	545.210516
17	376	84.9	11	27.024515	0.472537	193.22446	209.630814
18	388	54.3	9	17.2842304	0.472537	64.669009	72.0274444
19	6972.2	33.8	7	10.7588764	0.472537	19.488817	22.3403069
20	69771	79	10	25.1464862	0.472537	152.092648	165.957212
21	371	90.4	13	28.7752197	0.472537	258.901312	278.918639
22	412	34.8	11	11.0771863	0.472537	32.4642378	36.7612266
23	413	24.2	3	7.70310085	0.472537	4.28159933	5.08986177
24	414	44	8	14.0056379	0.472537	37.7441264	42.5856716
25	669.2	93	12	29.6028256	0.472537	252.930487	272.6388
26	415	24.6	9	7.83042483	0.472537	13.2729287	15.3558573
27	416	24.2	8	7.70310085	0.472537	11.4175982	13.2571897
28	6969.1	125	13	39.7887441	0.472537	495.013925	525.055372
29	420.2	23.4	8	7.44845289	0.472537	10.6751931	12.415186
30	409	167.5	14	53.316917	0.472537	957.21985	999.369115
31	420.1	52.3	9	16.6476105	0.472537	59.9929095	66.9397421
32	431	84.5	12	26.897191	0.472537	208.808754	226.117014
33	6965.1	42.3	10	13.464511	0.472537	43.6048475	49.0280304
34	6965.2	45.5	10	14.4831028	0.472537	50.4518192	56.5283482
35	427	128.6	14	40.9346599	0.472537	564.240181	596.605679
36	425.1	30.3	8	9.64479156	0.472537	17.8990212	20.5598474
37	280.2	27.4	6	8.7216927	0.472537	10.977575	12.7582988
38	425.2	19.6	7	6.23887507	0.472537	6.55336293	7.71129979
39	280.1	33	6	10.5042284	0.472537	15.9233033	18.3418391

40	7025.3	88	12	28.0112758	0.472537	226.464758	244.759254
41	7025.2	66	11	21.0084569	0.472537	116.770891	128.226289
42	265.1	137.5	11	43.7676185	0.472537	506.818103	537.271961
43	452	179.1	14	57.0093125	0.472537	1094.39284	1138.91574
44	265.2	47.7	12	15.1833847	0.472537	66.5383522	74.0588257
45	6956.3	37.7	7	12.0002852	0.472537	24.2457028	27.6478938
46	238.2	17.7	11	5.63408616	0.472537	8.39833618	9.8236103
47	6956.2	30.6	9	9.74028454	0.472537	20.5371133	23.5124001
48	238.1	20.8	6	6.62084701	0.472537	6.32604035	7.45012054
49	6956.1	87.3	12	27.7884588	0.472537	222.876239	240.973202
50	216.1	113.6	14	36.1600106	0.472537	440.289913	468.325187
51	6961	31.8	11	10.1222565	0.472537	27.1082176	30.8293983
52	216.2	23.6	6	7.51211488	0.472537	8.14384115	9.53296282
53	431	88.5	13	28.1704308	0.472537	248.13266	267.59009
54	208	41.2	8	13.11437	0.472537	33.0931766	37.4561592
55	409	167.7	13	53.380579	0.472537	890.97089	931.805564
56	211	72.3	10	23.0138096	0.472537	127.38862	139.59376
57	122	67.6	11	21.5177528	0.472537	122.501136	134.364104
58	123	72.4	11	23.0456406	0.472537	140.515378	153.616191
59	135.2	67.7	11	21.5495838	0.472537	122.863833	134.752363
60	445	99	12	31.5126853	0.472537	286.619459	308.027042
61	135.1	74.5	10	23.7140915	0.472537	135.259128	148.005241
62	444	198	14	63.0253706	0.472537	1337.55748	1385.28606
63	436	74.4	11	23.6822605	0.472537	148.385886	162.008455
64	214	136.7	12	43.5129705	0.472537	546.477534	578.267901
65	441.1	69.3	11	22.0588797	0.472537	128.739907	141.038793
66	441.2	52.3	11	16.6476105	0.472537	73.3246672	81.4221576
67	443	28.3	8	9.00817165	0.472537	15.6140978	17.994136
68	192	67.4	15	21.4540908	0.472537	166.060021	180.816158
69	193	13.3	15	4.23352237	0.472537	6.46619174	7.61117173
70	437	80.9	12	25.7512751	0.472537	191.395766	207.694243
71	178	64.3	5	20.4673299	0.472537	50.3785876	56.4482643
72	180	80.7	16	25.6876132	0.472537	253.934138	273.69464
73	438	136.7	12	43.5129705	0.472537	546.477534	578.267901
74	439	54	10	17.1887374	0.472537	71.0626759	78.9697328
75	468	105.7	13	33.645362	0.472537	353.95444	378.469718
76	455	60.3	13	19.1940901	0.472537	115.194572	126.536598
77	456	82.7	12	26.3242331	0.472537	200.00751	216.810195
78	469.2	32.1	7	10.2177495	0.472537	17.5777038	20.1995437
79	469.1	89.8	10	28.5842337	0.472537	196.51998	213.119632
80	471	45.1	7	14.3557789	0.472537	34.6980574	39.2280162

81	171.1	87.9	12	27.9794448	0.472537	225.950358	244.216627
82	171.2	118.2	12	37.6242364	0.472537	408.573539	435.369759
83	171.3	72.1	10	22.9501476	0.472537	126.684817	138.840985
84	177	41.5	7	13.209863	0.472537	29.3797618	33.348294
85	6992	81.1	13	25.8149371	0.472537	208.371874	225.655264
86	6986	93.7	13	29.8256425	0.472537	278.148403	299.13859
87	164	147.5	15	46.950718	0.472537	795.296987	834.017458
88	162	91	13	28.9662057	0.472537	262.34946	282.543655
89	163	111	13	35.3324047	0.472537	390.34026	416.396639
90	155	38.4	11	12.2231022	0.472537	39.5283941	44.5494001
91	160	157	14	49.9746625	0.472537	840.971693	880.734753
92	159.1	70.2	12	22.3453587	0.472537	144.115107	157.455918
93	159.3	25.4	7	8.08507279	0.472537	11.0057466	12.7902535
94	130	112.2	13	35.7143767	0.472537	398.82567	425.228944
95	159.2	40.7	11	12.9552151	0.472537	44.4053749	49.9063257
96	128	43.8	15	13.9419759	0.472537	70.1283333	77.9561857
97	132	97.4	12	31.0033894	0.472537	277.429856	298.384342
98	150.3	42.8	7	13.623666	0.472537	31.2492512	35.417832
99	150.2	26	6	8.27605876	0.472537	9.88443805	11.5167952
100	150.1	33.8	7	10.7588764	0.472537	19.488817	22.3403069
101	141	39.1	7	12.4459191	0.472537	26.0798802	29.6874412
102	147	42	9	13.369018	0.472537	38.6896791	43.6265985
103	142.1	74.7	13	23.7777534	0.472537	176.782224	192.202298
104	142.2	76	14	24.1915564	0.472537	197.064891	213.69637
105	85	52.5	11	16.7112725	0.472537	73.88654	82.0310499
106	82	109.7	16	34.9186018	0.472537	469.231625	498.347736
107	6968.1	44.2	11	14.0692999	0.472537	52.3710476	58.6261776
108	6968.2	47.5	11	15.1197227	0.472537	60.483086	67.4734996
109	81	59	7	18.7802872	0.472537	59.382175	66.2745615
110	80	85.3	14	27.1518389	0.472537	248.244786	267.708106
111	88.2	57.7	8	18.3664843	0.472537	64.9076149	72.2868107
112	79	62	12	19.735217	0.472537	112.41355	123.554203
113	78.1	54.8	6	17.4433854	0.472537	43.9103001	49.3632016

MEDIDAS DASOMETRICAS DE LA PARCELA N° 4 DEL SN AMPAY

N°	N° DE PLACA	CAP (cm)	ALTURA (m)	DAP (cm)	DENSIDAD	CHAVE 2005	CHAVE 2014
1	2	30.4	6	9.67662255	0.472537	13.5130211	15.6269026
2	1	52.4	6	16.6794415	0.472537	40.1483648	45.2312241
3	62	19	7	6.0478891	0.472537	6.15827785	7.25722796
4	59	21.3	8	6.78000199	0.472537	8.84510986	10.3333434
5	3	25.7	7	8.18056578	0.472537	11.2672602	13.0867918
6	60.1	31.6	9	10.0585945	0.472537	21.9013413	25.0355954
7	4	32.4	7	10.3132425	0.472537	17.9077943	20.5696829
8	60.2	35.1	9	11.1726793	0.472537	27.0215825	30.7332317
9	7	27	5	8.59436871	0.472537	8.88283449	10.3763555
10	6	31.4	7	9.99493251	0.472537	16.8194339	19.3486384
11	58	41.2	10	13.11437	0.472537	41.3664707	46.5701262
12	13	31.9	8	10.1540875	0.472537	19.8392564	22.7322953
13	56.1	31.7	11	10.0904255	0.472537	26.9379937	30.6404395
14	8	23	8	7.32112891	0.472537	10.3133486	12.0042937
15	56.2	39.9	11	12.7005671	0.472537	42.6768655	48.0094137
16	9	66.7	11	21.2312738	0.472537	119.260985	130.894361
17	45	38.9	12	12.3822571	0.472537	44.2521612	49.7382576
18	51.1	85.7	12	27.2791629	0.472537	214.781528	232.427499
19	12	29.4	7	9.3583126	0.472537	14.7450666	17.0160097
20	50.2	23.5	11	7.48028388	0.472537	14.8041149	17.0825137
21	16.1	52.2	9	16.6157795	0.472537	59.7637104	66.6901294
22	57	18.5	11	5.88873412	0.472537	9.17466424	10.7089409
23	16.2	67.6	8	21.5177528	0.472537	89.0917349	98.4690679
24	14	62.3	9	19.83071	0.472537	85.1280412	94.1909995
25	41	42.7	12	13.591835	0.472537	53.3201096	59.6628723
26	11	21.5	7	6.84366398	0.472537	7.88549566	9.23769481
27	40	28.7	12	9.13549563	0.472537	24.0879076	27.4722612
28	22	51.2	10	16.2974696	0.472537	63.8842734	71.1742686
29	36	41.2	13	13.11437	0.472537	53.7764119	60.1611496
30	18	72.3	9	23.0138096	0.472537	114.649758	125.952472
31	33	30.9	10	9.83577753	0.472537	23.2686398	26.5599346
32	32	65.6	12	20.8811329	0.472537	125.847028	137.94477
33	21	55.7	8	17.7298643	0.472537	60.4859373	67.4766041
34	35.2	26.5	8	8.43521374	0.472537	13.691019	15.8277733
35	35.1	31.3	9	9.96310151	0.472537	21.487467	24.5737415
36	35.3	35.5	12	11.3000033	0.472537	36.8546244	41.6058779
37	23	70.2	10	22.3453587	0.472537	120.095922	131.788675
38	24	73.1	11	23.2684575	0.472537	143.245661	156.528719
39	39	28.3	11	9.00817165	0.472537	21.4693845	24.5535579

40	43	32	12	10.1859185	0.472537	29.9457531	33.975175
41	42	33.8	10	10.7588764	0.472537	27.8411672	31.6426938
42	27	130.7	12	41.6031108	0.472537	499.558622	529.759669
43	44	73.7	12	23.4594435	0.472537	158.843797	173.143217
44	56.1	31.7	10	10.0904255	0.472537	24.4890852	27.9187345
45	56.2	40	12	12.7323981	0.472537	46.7902393	52.5206447
46	58	41	12	13.050708	0.472537	49.1589951	55.1141398
47	65	54.5	9	17.3478924	0.472537	65.1462695	72.546207
48	62	19	10	6.0478891	0.472537	8.79753978	10.2790997
49	59	21.3	11	6.78000199	0.472537	12.1620261	14.1001683
50	63	35.5	8	11.3000033	0.472537	24.5697496	28.0084852
51	53	18	8	5.72957914	0.472537	6.3166823	7.43936396
52	68	60.2	8	19.1622591	0.472537	70.6540411	78.5264975
53	69.04	16.5	8	5.25211421	0.472537	5.30776777	6.27729496
54	61	28.7	6	9.13549563	0.472537	12.0439538	13.9665497
55	52	30.8	10	9.80394653	0.472537	23.1182774	26.3924099
56	51	17.3	9	5.50676218	0.472537	6.56430502	7.72386602
57	47.1	34.6	12	11.0135244	0.472537	35.0096268	39.5717713
58	47.2	26.5	10	8.43521374	0.472537	17.1137737	19.6790439
59	69.1	54.4	5	17.3160614	0.472537	36.0596777	40.7297576
60	46	28.8	11	9.16732663	0.472537	22.2347217	25.4074714
61	69.2	51.2	8	16.2974696	0.472537	51.1074187	57.2451688
62	69.3	28.4	6	9.04000265	0.472537	11.7934798	13.6829919
63	6920.2	84	12	26.738036	0.472537	206.344955	223.512652
64	6920.1	56.5	10	17.9845123	0.472537	77.7948653	86.2634095
65	74	56.3	8	17.9208503	0.472537	61.796064	68.9027036
66	78	36.8	9	11.7138062	0.472537	29.7024439	33.7057256
67	115	66	12	21.0084569	0.472537	127.386426	139.591414
68	77	45	10	14.3239479	0.472537	49.3490805	55.3221279
69	98	35.4	9	11.2681723	0.472537	27.4854639	31.2480633
70	99	37.8	8	12.0321162	0.472537	27.856569	31.6597783
71	100	32.7	7	10.4087354	0.472537	18.2409555	20.9430992
72	97	30	7	9.54929857	0.472537	15.3530473	17.7004548
73	103	446	8	141.966239	0.472537	3878.05302	3915.12399
74	116.2	51.3	12	16.3293006	0.472537	76.960878	85.3607146
75	116.1	80.7	12	25.6876132	0.472537	190.450603	206.693151
76	101.1	52.2	9	16.6157795	0.472537	59.7637104	66.6901294
77	101.2	38	8	12.0957782	0.472537	28.1521273	31.9875853
78	S/P	24.8	9	7.89408682	0.472537	13.489626	15.6004965
79	93	24	7	7.63943886	0.472537	9.82595025	11.4502793
80	124	34.5	10	10.9816934	0.472537	29.0062929	32.9344885

81	126.2	85.7	12	27.2791629	0.472537	214.781528	232.427499
82	126.1	66.7	8	21.2312738	0.472537	86.7352615	95.9262582
83	6910	18.6	6	5.92056511	0.472537	5.05860974	5.98953265
84	127	22.8	6	7.25746691	0.472537	7.60107437	8.91235528
85	6912	17	7	5.41126919	0.472537	4.93003407	5.84090349
86	128	22	5	7.00281895	0.472537	5.89751974	6.95715768
87	84.1	35	7	11.1408483	0.472537	20.8972032	23.9146792
88	120	41.8	11	13.305356	0.472537	46.8381018	52.5730789
89	84.2	32.6	7	10.3769044	0.472537	18.1295606	20.818263
90	118.2	19	8	6.0478891	0.472537	7.03803182	8.26743722
91	118.1	49.9	12	15.8836666	0.472537	72.8176023	80.8725636
92	82	26.8	6	8.53070672	0.472537	10.5020692	12.2186377
93	85	49.6	8	15.7881736	0.472537	47.9631146	53.8051825
94	113	20.1	8	6.39803004	0.472537	7.8765519	9.2274687
95	111	19.8	8	6.30253706	0.472537	7.64318559	8.96054299
96	80	44.2	8	14.0692999	0.472537	38.0880346	42.9643402
97	110	28	8	8.91267867	0.472537	15.2848115	17.6236701
98	88	55.6	9	17.6980334	0.472537	67.802566	75.4318452
99	107	24.5	6	7.79859383	0.472537	8.77682535	10.255477
100	87	56.8	9	18.0800053	0.472537	70.7608789	78.6423875
101	106	21.5	7	6.84366398	0.472537	7.88549566	9.23769481
102	89	80	11	25.4647962	0.472537	171.564211	186.663311
103	121	37.9	10	12.0639472	0.472537	35.0051915	39.5668783
104	150	38.8	8	12.3504262	0.472537	29.3499574	33.3152752
105	133	38.8	12	12.3504262	0.472537	44.0249361	49.4889767
106	147.3	30.7	7	9.77211554	0.472537	16.0778817	18.5156024
107	147.1	49.4	9	15.7245116	0.472537	53.524232	59.8857844
108	147.2	35.4	9	11.2681723	0.472537	27.4854639	31.2480633
109	134	33.7	10	10.7270454	0.472537	27.6766702	31.4602099
110	151.1	56.6	9	18.0163433	0.472537	70.2634401	78.1027655
111	151.2	48.5	8	15.4380327	0.472537	45.8593085	51.5005361
112	153.2	23.1	6	7.3529599	0.472537	7.80241862	9.14269547
113	135	16	8	5.09295924	0.472537	4.99095886	5.91134195
114	153.1	54.6	10	17.3797234	0.472537	72.6506196	80.6915555
115	155	61.8	12	19.6715551	0.472537	111.689471	122.777405
116	139	42.8	10	13.623666	0.472537	44.6417875	50.1656318
117	156	21	8	6.684509	0.472537	8.59770647	10.0511543
118	145	33.5	8	10.6633834	0.472537	21.8793108	25.0110163
119	143	53	8	16.8704275	0.472537	54.7640759	61.239322
120	174	66.2	11	21.0721188	0.472537	117.479666	128.98586
121	201	55.5	10	17.6662024	0.472537	75.0654347	83.3082386

122	199.1	54.4	8	17.3160614	0.472537	57.6954844	64.4366463
123	199.2	40.2	10	12.7960601	0.472537	39.3827595	44.3891986
124	180	111	12	35.3324047	0.472537	360.314086	385.105215
125	196	62.3	10	19.83071	0.472537	94.5867124	104.39236
126	195	27.1	5	8.62619971	0.472537	8.94875511	10.4515049
127	194	79.1	11	25.1783172	0.472537	167.72573	182.586139
128	209.2	41	7	13.050708	0.472537	28.6760805	32.5685051
129	209.1	67.8	12	21.5814148	0.472537	134.429527	147.119184
130	209.3	41.5	8	13.209863	0.472537	33.5768707	37.9903908
131	213	20.7	5	6.58901601	0.472537	5.22113272	6.17727432
132	218	110.8	13	35.2687427	0.472537	388.934896	414.93338
133	224	34.5	10	10.9816934	0.472537	29.0062929	32.9344885
134	225	32.4	8	10.3132425	0.472537	20.4660507	23.4329916
135	226	17.7	7	5.63408616	0.472537	5.34439575	6.31957034
136	215.3	46	8	14.6422578	0.472537	41.2533943	46.4458766
137	230	64.8	12	20.6264849	0.472537	122.796304	134.680077
138	235	72.5	13	23.0774715	0.472537	166.522684	181.307826
139	215	404	13	128.597221	0.472537	5170.82833	5184.33654
140	260.1	91.5	12	29.1253606	0.472537	244.837238	264.120993
141	260.2	66	12	21.0084569	0.472537	127.386426	139.591414
142	261	47	11	14.9605678	0.472537	59.2164596	66.0940445
143	263	37.3	10	11.8729612	0.472537	33.9056208	38.353384
144	298	40.2	10	12.7960601	0.472537	39.3827595	44.3891986
145	287	69.5	12	22.1225417	0.472537	141.255346	154.405684
146	285	56.2	8	17.8890193	0.472537	61.5767347	68.6640103
147	286	57.7	9	18.3664843	0.472537	73.0210667	81.0931043
148	284	30.9	9	9.83577753	0.472537	20.9417758	23.9644624
149	253	57.5	9	18.3028223	0.472537	72.5157322	80.5453311
150	252	65.8	14	20.9447949	0.472537	147.71815	161.296876
151	251	25.9	8	8.24422777	0.472537	13.0780668	15.1357873
152	250	46.2	13	14.7059198	0.472537	67.6209614	75.2346487
153	S/P	57.5	9	18.3028223	0.472537	72.5157322	80.5453311
154	292	54.4	13	17.3160614	0.472537	93.7551621	103.496536
155	291	37.8	7	12.0321162	0.472537	24.3744978	27.7912275
156	271	34	12	10.8225384	0.472537	33.8059479	38.243338
157	270	57.5	14	18.3028223	0.472537	112.80225	123.971154
158	276	73.8	12	23.4912745	0.472537	159.275144	173.602096
159	268	71	14	22.6000066	0.472537	171.988247	187.11358
160	269	54.2	12	17.2523994	0.472537	85.9080491	95.0332436
161	203	36.1	7	11.4909893	0.472537	22.231383	25.4037479
162	261	46.3	10	14.7377508	0.472537	52.2415459	58.4846835

163	260.1	90.6	12	28.8388817	0.472537	240.044455	259.073616
164	260.2	65.2	10	20.7538089	0.472537	103.597489	114.08784
165	284	30.7	10	9.77211554	0.472537	22.9684024	26.2254022
166	285	55.9	8	17.7935263	0.472537	60.9210865	67.9503543
167	286	57.4	12	18.2709913	0.472537	96.3516305	106.293072
168	283	57.3	10	18.2391603	0.472537	80.0135025	88.6637042
169	276	73.4	12	23.3639505	0.472537	157.553263	171.770134
170	279	23.8	7	7.57577687	0.472537	9.66286677	11.2647603
171	271	33.8	10	10.7588764	0.472537	27.8411672	31.6426938
172	270	56.4	13	17.9526813	0.472537	100.775648	111.053838
173	269	53.9	11	17.1569064	0.472537	77.879697	86.3552169
174	268	71.4	13	22.7273306	0.472537	161.507916	175.976903
175	266	77.7	12	24.7326833	0.472537	176.553902	191.960014
176	235	72.1	9	22.9501476	0.472537	114.016335	125.273259
177	230	75.2	10	23.9369084	0.472537	137.812851	150.731935
178	233	39.7	12	12.6369051	0.472537	46.0910176	51.7544878
179	243	129.2	13	41.1256459	0.472537	528.837711	560.042761
180	352	73.8	13	23.4912745	0.472537	172.548073	187.707999
181	303.2	41.7	11	13.273525	0.472537	46.6142641	52.3278498
182	303.1	46.6	7	14.8332438	0.472537	37.0445148	41.8150909
183	300	51.7	13	16.4566245	0.472537	84.6795372	93.706626
184	309.1	74.4	11	23.6822605	0.472537	148.385886	162.008455
185	309.2	76.4	13	24.3188804	0.472537	184.920095	200.832964
186	312.1	69.6	13	22.1543727	0.472537	153.467306	167.421025
187	312.2	56.7	12	18.0481743	0.472537	94.0159202	103.777469
188	272	25.4	7	8.08507279	0.472537	11.0057466	12.7902535
189	317	67.8	14	21.5814148	0.472537	156.834448	171.005223
190	6911	53.6	14	17.0614134	0.472537	98.0193126	108.088299
191	6913	46.2	15	14.7059198	0.472537	78.0241862	86.5115821
192	318	40.8	12	12.9870461	0.472537	48.6805649	54.5905643
193	319	77.8	14	24.7645143	0.472537	206.510086	223.687227
194	325	43.9	8	13.9738069	0.472537	37.5727571	42.3969505
195	6919	15.8	6	5.02929725	0.472537	3.65022354	4.35594416
196	326	30	10	9.54929857	0.472537	21.9329247	25.0708315
197	329	27.4	7	8.7216927	0.472537	12.8071708	14.829716
198	327.1	71.1	13	22.6318376	0.472537	160.153558	174.536483
199	327.2	36.3	8	11.5546513	0.472537	25.689596	29.2537542
200	321	46.4	9	14.7695818	0.472537	47.2207095	52.9921862
201	322.1	81.9	12	26.0695851	0.472537	196.156673	212.735085
202	322.2	53.4	14	16.9977515	0.472537	97.2891899	107.302427
203	331.2	46.9	12	14.9287368	0.472537	64.3251739	71.6536527

204	331.1	51.4	13	16.3611316	0.472537	83.6996473	92.6481537
205	334.2	23.4	7	7.44845289	0.472537	9.34079395	10.8981577
206	334.1	24.6	7	7.83042483	0.472537	10.323389	12.0156997
207	307.2	36	11	11.4591583	0.472537	34.7417527	39.2762297
208	336	21.8	4	6.93915696	0.472537	4.63262361	5.49674609
209	337	101.2	14	32.2129672	0.472537	349.41625	373.732936
210	307.1	64	12	20.371837	0.472537	119.783013	131.45353
211	307.3	27.6	4	8.78535469	0.472537	7.42561097	8.71150377