

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Evaluación de la asimilación de dióxido de carbono y
potencial hídrico estacional de diez especies forestales
producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera
Cerro Verde, 2023**

Tesis presentada por la Bachiller:

Gonzales Arrayán, Leslie Paola

ORCID: 0009-0005-5850-0133

para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental

Asesor:

Dr. Blgo. Arenazas Rodríguez, Armando Jacinto

ORCID: 0000-0002-0940-2204

Arequipa - Perú

2024

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA AMBIENTAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 19 de Agosto del 2024

Dictamen: 008929-C-EPIA-2024

Visto el borrador del expediente 008929, presentado por:

2016800902 - GONZALES ARRAYAN LESLIE PAOLA

Titulado:

**EVALUACIÓN DE LA ASIMILACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO Y POTENCIAL HÍDRICO
ESTACIONAL DE DIEZ ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE
SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE, 2023**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO AMBIENTAL

**46769238 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA
DICTAMINADOR**



**29407277 - ZEBALLOS PATRON HORACIO
DICTAMINADOR**



**43606549 - CARDENAS PILLCO BERLY EDINSSON
DICTAMINADOR**



Evaluación de la asimilación de dióxido de carbono y potencial hídrico estacional de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

2%

2

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

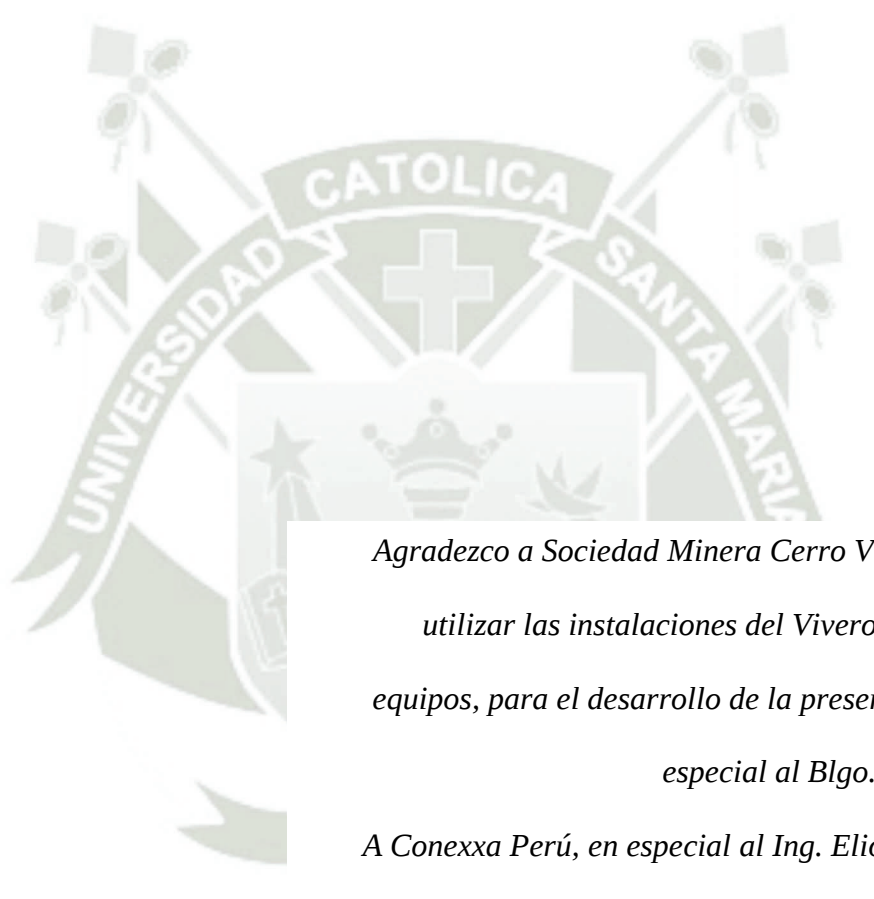
Apagado

Dedicatoria

A mi madre Lelita Arrayán por su esfuerzo, dedicación y su amor. A mi hermano Roberto Gonzales por ser mi ejemplo de vida, por su confianza e impulsarme a dar lo mejor de mí en cada meta que me propongo. A mis pilares; mi hija Emma Edhara y esposo Diego Jimenez por ser mi motivación al logro y hacer mis días hermosos, y a mi perrito Drago quien me acompañó en mis 5 años universitarios, en mis noches de desvelo y estudio.



Agradecimiento



Agradezco a Sociedad Minera Cerro Verde por permitirme utilizar las instalaciones del Vivero de Uchumayo y sus equipos, para el desarrollo de la presente investigación, en especial al Blgo. Edwin Bustamante.

A Conexxa Perú, en especial al Ing. Elio Ponce, por confiar en mi en este proyecto, a la Ing. Carmen por sus consejos y recomendaciones y la Sra. Ana María por acompañarme en la ejecución de los trabajos de campo.

A mi asesor el Dr. Armando Arenazas, ya que gracias a su orientación hicimos posible el éxito de esta investigación.

RESUMEN

El calentamiento global, provocado por el exceso de CO₂ en la atmósfera (IPCC, 2021), aumenta la respiración heterótrofa en los vegetales (Smith et al., 2020). Esta situación se agrava con la sequía, que dificulta el flujo de CO₂ y, por lo tanto, reduce el almacenamiento de carbono en los ecosistemas (Jones et al., 2019). El Vivero de Uchumayo se encarga de la producción, propagación y distribución de plántulas destinadas principalmente a las municipalidades de Arequipa para la forestación de Arequipa. Este estudio se centra en la evaluación de la asimilación de CO₂ de las plántulas en una etapa fenológica temprana a diferentes horas del día y la relación con el estrés hídrico, el cual se midió al mediodía, la hora con mayor incidencia solar. Además, se determinó la fisiología de las especies y se analizaron las características del suelo. Las mediciones se realizaron en dos temporadas: húmeda (febrero 2023) y seca (junio 2023), con el fin de evaluar el comportamiento de cinco especies nativas y cinco introducidas en diferentes condiciones climáticas. Los resultados proporcionan una comprensión más profunda de cómo estas especies responden a variaciones en la disponibilidad de agua y CO₂, contribuyendo al conocimiento sobre su adaptabilidad y potencial para la mitigación del cambio climático en distintas condiciones ambientales. Los resultados determinaron que cada especie depende de las condiciones ambientales que se adaptan a su fenología para obtener mejores resultados de asimilación de CO₂; durante la temporada húmeda, las especies que mostraron las mayores tasas de asimilación fueron; *Populus deltoides*, *Fraxinus americana*, *Myoporum laetum*, *Buddleja coriácea* y *Acacia saligna* y las especies con mayor estrés hídrico crítico fueron la especie *Acacia saligna* de 4 años, *Acacia saligna* de 2 años, *Neltuma calderensis* de 4 años, *Morus nigra* de 4 años y en temporada seca las mayores asimilaciones la obtuvieron las especies; *Buddleja coriácea*, *Populus deltoides*, *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* y *Neltuma calderensis* y las especies con estrés hídrico crítico fueron la especie *Myoporum laetum* de 2 años, *Polylepis rugulosa* de 2 años, *Populus deltoides* de 4 años, *Neltuma calderensis* de 4 años, *Myoporum laetum* de 4 años, *Polylepis rugulosa* de 4 años, *Morus nigra* de 4 años. Los resultados ofrecen información valiosa para una gestión ambiental eficaz y la optimización de recursos como sumideros de carbono, impulsando la conservación, reforestación y creación de áreas verdes.

Palabras clave: Asimilación de CO₂, radiación fotosintéticamente activa, potencial hídrico

ABSTRACT

Global warming, caused by excess CO₂ in the atmosphere (IPCC, 2021), increases heterotrophic respiration in plants (Smith et al., 2020). This situation is aggravated by drought, which hinders the flow of CO₂ and, therefore, reduces carbon storage in ecosystems (Jones et al., 2019). The Uchumayo Nursery is responsible for the production, propagation and distribution of seedlings destined mainly to the municipalities of Arequipa for the forestation of Arequipa. This study focuses on the evaluation of the CO₂ assimilation of seedlings at an early phenological stage at different times of the day and the relationship with water stress, which was measured at noon, the time with the highest solar incidence. In addition, the physiology of the species was determined and the soil characteristics were analyzed. Measurements were carried out in two seasons: wet (February 2023) and dry (June 2023), in order to evaluate the behavior of five native and five introduced species under different climatic conditions. The results provide a deeper understanding of how these species respond to variations in water and CO₂ availability, contributing to the knowledge about their adaptability and potential for climate change mitigation under different environmental conditions. The results determined that each species depends on the environmental conditions that suit its phenology to obtain better CO₂ assimilation results; during the wet season, the species that showed the highest assimilation rates were; *Populus deltoides*, *Fraxinus americana*, *Myoporum laetum*, *Buddleja coriacea* and *Acacia saligna* and the species with the highest critical water stress were the species *Acacia saligna* aged 4 years, *Acacia saligna* aged 2 years, *Neltuma calderensis* aged 4 years, *Morus nigra* aged 4 years and in the dry season the highest assimilations were obtained by the species; *Buddleja coriacea*, *Populus deltoides*, *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* and *Neltuma calderensis* and the species with critical water stress were the species *Myoporum laetum* aged 2 years, *Polylepis rugulosa* aged 2 years, *Populus deltoides* aged 4 years, *Neltuma calderensis* aged 4 years, *Myoporum laetum* aged 4 years, *Polylepis rugulosa* aged 4 years, *Morus nigra* aged 4 years. The results provide valuable information for effective environmental management and the optimization of resources as carbon sinks, promoting conservation, reforestation and the creation of green areas.

Keywords: CO₂ assimilation, photosynthetically active radiation, water potential

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 3

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO 4

1.1. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN 4

1.2. JUSTIFICACIÓN 5

1.2.1. ASPECTO AMBIENTAL 5

1.2.2. ASPECTO SOCIAL 6

1.2.3. ASPECTO ECONÓMICO 6

1.2.4. ASPECTO TECNOLÓGICO 7

1.2.5. ASPECTO POLÍTICO / INSTITUCIONAL..... 7

1.3. OBJETIVOS 8

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 8

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO 9

2. FUNDAMENTO TEÓRICO 10

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 10

2.2. MARCO TEÓRICO 15

2.2.1. DESARROLLO FISIOLÓGICO DE LAS PLANTAS 15

2.2.2. ESTRÉS HÍDRICO EN LAS PLANTAS 15

2.2.3.	CAPACIDAD DE CAMPO.....	15
2.2.4.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	16
2.2.4.1.	TEXTURA	16
2.2.4.2.	CLASES TEXTURALES	17
2.2.4.3.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	18
2.2.4.4.	CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA:	19
2.2.5.	POTENCIAL HÍDRICO DE LAS PLANTAS.....	19
2.2.5.1.	BOMBA SCHOLANDER	19
2.2.6.	FOTOSÍNTESIS	20
2.2.6.1.	PROCESO FISIOLÓGICO DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ POR LAS PLANTAS.....	20
2.2.6.2.	PROCESO DE ASIMILACIÓN POR MEDIO DE LA RUBISCO	20
2.2.6.3.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ASIMILACIÓN DE CO ₂	21
2.2.6.3.1.	INFLUENCIA DE LA HUMEDAD EN LA APERTURA DE LAS ESTOMAS.....	21
2.2.6.3.2.	INFLUENCIA DE LA LUZ EN LA FOTOSÍNTESIS	21
2.2.6.3.3.	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA FOTOSÍNTESIS	21
2.2.6.4.	RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA (RAF)	22
2.2.6.5.	SISTEMA DE INTERCAMBIO DE GASES: LI-6800	22
2.2.6.5.1.	PARTES DEL EQUIPO LI-6800	23
2.2.6.5.1.1.	CONSOLA	23
2.2.6.5.1.2.	CABEZAL / SENSOR:	24
2.2.6.5.1.3.	CÁMARA:	25
2.2.6.5.2.	IMPORTANCIA DEL EQUIPO LI-6800.....	25
2.2.7.	ESPECIES NATIVAS E INTRODUCIDAS	26
2.2.7.1.	ESPECIES NATIVAS	26
2.2.7.1.1.	TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>TECOMA FULVA SUBSP.</i> <i>AREQUIPENSIS</i> (CAHUATO).....	26

2.2.7.1.2. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS RUGULOSA</i> (QUEÑUA).....	27
2.2.7.1.3. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> (MOLLE SERRANO)	27
2.2.7.1.4. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i> (QOLLE)..	28
2.2.7.1.5. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>NELTUMA CALDERENSIS</i> (YARA).....	28
2.2.7.2. ESPECIES EXÓTICAS O INTRODUCIDAS	29
2.2.7.2.1. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> (ÁLAMO GRANDE)	29
2.2.7.2.2. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> (MIOPORO)	30
2.2.7.2.3. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>ACACIA SALIGNA</i> (MIMOSA)...	30
2.2.7.2.4. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> (MORA).....	31
2.2.7.2.5. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS AMERICANA</i> (FRESNO)	31
2.2.8. ASIMILACIÓN DE CARBONO	32
2.3. MARCO LEGAL	32
2.3.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ.....	33
2.3.2. LEY N° 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE.....	33
2.3.3. DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM	33
2.3.4. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 181-2016-MINAM.....	33
2.3.5. LEY N° 30754 MARCO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO	34
2.3.6. LEY 28245 LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL	34
2.3.7. DS N°012-2009-MINAM POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE ..	35
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	36

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	37
3.2.1. VARIABLES	37
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.3.1. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA:.....	38
3.3.2. DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE DESARROLLO:.....	38
3.3.3. MEDICIÓN DE LA ASIMILACIÓN DE CO ₂ :	38
3.3.4. MEDICIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO:.....	39
SE DETERMINARÁ EL POTENCIAL HÍDRICO, SE UTILIZARON DIEZ ESPECIES FORESTALES DE DOS EDADES DIFERENTES, TRES INDIVIDUOS POR ESPECIE, MEDICIONES A MEDIODÍA, HACIENDO UN TOTAL DE 60 MUESTREOS REALIZADOS POR DÍA.	39
3.4. ANÁLISIS DE DATOS	39
3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	39
3.5.1. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA:.....	39
3.5.2. DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE DESARROLLO:.....	39
3.5.3. MEDICIÓN DE LA ASIMILACIÓN DE CO ₂ :	39
3.5.4. MEDICIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO:.....	39
3.5.5. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.5.5.1. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LAS DIEZ ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.	39
A. COLECCIÓN Y PRE CODIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS.	39
B. REGISTRO DE DATOS DE CAMPO.	40
C. TRANSPORTE DE MUESTRAS Y DETERMINACIÓN TAXONÓMICA....	40
3.5.5.2. ANÁLISIS COMPLETO DE SUELO.....	41

3.5.5.2.1. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.	41
3.5.5.3. MEDICIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO	42
A. LOCALIZAR EL EQUIPO EN UN AMBIENTE ADECUADO PARA SU MANIPULACIÓN.....	43
B. CUBRIR CADA HOJA CON PAPEL ALUMINIO	43
C. CONECTAR LA MANGUERA DE LLENADO	43
D. PROCEDIMIENTOS PARA PRESURIZAR LA MANGUERA Y EL TANQUE	43
E. ENCENDER Y PRESURIZAR LA CÁMARA DE PRESIÓN.....	44
F. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA MEDICIÓN.....	44
G. DES ENSAMBLAJE DEL EQUIPO	44
3.5.5.4. MEDICIÓN DE LA ASIMILACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO Y RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA (PAR) UTILIZANDO EL EQUIPO LI 6800 DE DIEZ ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE LA SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.....	45
3.5.5.4.1. DETERMINACIÓN DE LOS HORARIOS E INDIVIDUOS DE MUESTREO.....	45
3.5.5.4.2. CONFIGURACIÓN Y PRUEBA DE CALENTAMIENTO DE LA CONSOLA DEL LI-6800.....	45
A. CONFIGURACIÓN DE LA PESTAÑA “COMIENZO” (START UP):	45
B. CONFIGURACIÓN DE LA PESTAÑA “AMBIENTAL” (THE ENVIRONMENTAL):	46
3.5.5.4.3. MEDICIÓN CON EL EQUIPO LICOR 6800	47
A. LECTURA DIRECTA CON EL EQUIPO DE FOTOSÍNTESIS PORTÁTIL LI-6800.	47
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49

4.1.	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LAS DIEZ ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.	49
4.1.1.	DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DE MUESTREO	49
4.1.2.	DETERMINACIÓN TAXONÓMICA.....	49
4.2.	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y DEL SUELO EN LAS QUE SE DESARROLLAN LAS DIEZ ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.....	50
4.2.1.	CAMPO EXPERIMENTAL.....	50
4.2.2.	CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL VIVERO DE UCHUMAYO DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.....	50
A.	CONDICIONES AMBIENTALES EN LOS DÍAS DE MONITOREO	50
B.	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES EDAFOLÓGICAS.....	56
C.	MEDICIÓN DE INCIDENCIA SOLAR	62
D.	RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA (PAR) EN TEMPORADA HÚMEDA Y SECA.....	64
4.3.	RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE LA ASIMILACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN DOS EDADES DISTINTAS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.....	67
4.4.	RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO EN 2 EDADES DISTINTAS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE..	91
	CONCLUSIONES.....	101
	RECOMENDACIONES	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
	ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONDICIONES DE HUMEDAD PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO. (DOMINGO-SANTOS ET AL., 2008).	16
FIGURA 2. TRIÁNGULO TEXTURAL USDA. . (SANDOVAL, 2023).	17
FIGURA 3. ESCALA PARA CLASIFICAR LOS SUELOS EN FUNCIÓN DE LA SALINIDAD (CREMONA & ENRIQUEZ, 2020).....	18
FIGURA 4 CONSOLA Y LA CABEZA SENSORA DEL EQUIPO LICOR-6800.....	23
FIGURA 5 PARTE LATERAL DE LA CONSOLA DE LI-6800.....	23
FIGURA 6 VISTA DELANTERA DE LA CONSOLA DE LI-6800	24
FIGURA 7 PARTE LATERAL DE LA CABEZA SENSORA (.....	24
FIGURA 8 CONECTORES EN LA PARTE FRONTAL DE LA CABEZA.	25
FIGURA 9. PRENSA PARA TRANSPORTE DE MUESTRAS AL LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DE PLANTAS PRODUCIDAS EN EL EL VIVERO DE CERRO VERDE.	40
FIGURA 10. RECUBRIMIENTO DE HOJAS DE LAS ESPECIES FORESTALES CON ALUMINIO PARA MEDIR EL POTENCIAL HÍDRICO	43
FIGURA 11. DIAGRAMA DE CAJAS COMPARANDO LAS TEMPERATURAS DEL AIRE EN AMBAS TEMPORADAS (TA EN °C).	52
FIGURA 12 DIAGRAMA DE CAJAS COMPARANDO LA HUMEDAD DEL AIRE EN AMBAS TEMPORADAS (HUMEDAD EN %).	53
FIGURA 13 DIAGRAMA DE CAJAS COMPARANDO LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO EN AMBAS TEMPORADAS (VV EN KM/H).	54
FIGURA 14 DIAGRAMA DE CAJAS COMPARANDO LA RADIACIÓN SOLAR EN AMBAS TEMPORADAS (RS EN W/M ²).	55

FIGURA 15 DIAGRAMA DE CAJAS COMPARANDO LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN AMBAS TEMPORADAS (ET).....	56
FIGURA 16 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CLASE TEXTURAL DEL SUELO EN ESTUDIO	57
FIGURA 17. ACTIVIDAD DE LA RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA EN TEMPORADA HÚMEDA DE 10 ESPECIES FORESTALES EN FUNCIÓN DE LA HORA.	64
FIGURA 18 ACTIVIDAD DE LA RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA EN TEMPORADA SECA DE 10 ESPECIES FORESTALES EN FUNCIÓN DE LA HORA	66
FIGURA 19. TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE CAHUATO (<i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i>), DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B).	67
FIGURA 20. ASIMILACIÓN DE CO ₂ EN INDIVIDUOS DE CAHUATO (<i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i>), DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA	67
FIGURA 21 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE QUEÑUA (<i>POLYLEPIS RUGULOSA</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B).....	69
FIGURA 22 ASIMILACIÓN DE CO ₂ EN INDIVIDUOS DE QUEÑUA (<i>POLYLEPIS RUGULOSA</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA	69
FIGURA 23 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE MOLLE SERRANO (<i>SCHINUS MOLLE</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B).....	71

FIGURA 24 ASIMILACIÓN DE CO ₂ EN INDIVIDUOS DE MOLLE SERRANO (<i>SCHINUS MOLLE</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA.....	72
FIGURA 25 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE QOLLE (<i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B).	73
FIGURA 26 ASIMILACIÓN DE CO ₂ EN INDIVIDUOS DE QOLLE (<i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA.	73
FIGURA 27 ASIMILACIÓN DE CO ₂ EN INDIVIDUOS DE YARA (<i>NELTUMA CALDERENSIS</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B).	75
FIGURA 28 ASIMILACIÓN DE CO ₂ EN INDIVIDUOS DE YARA (<i>NELTUMA CALDERENSIS</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA.....	75
FIGURA 29 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE ÁLAMO (<i>POPULUS DELTOIDES</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B).	77
FIGURA 30 ASIMILACIÓN DE CO ₂ EN INDIVIDUOS DE ÁLAMO (<i>POPULUS DELTOIDES</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA 77	77
FIGURA 31 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE MIOPORO (<i>MYOPORUM LAETUM</i>) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B).....	79

FIGURA 32 ASIMILACIÓN DE CO₂ EN INDIVIDUOS DE MIOPORO (*MYOPORUM LAETUM*) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA ... 79

FIGURA 33 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE MIMOSA (*ACACIA SALIGNA*) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B). 81

FIGURA 34 ASIMILACIÓN DE CO₂ EN INDIVIDUOS DE MIMOSA (*ACACIA SALIGNA*) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA... 81

FIGURA 35 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE MORA (*MORUS NIGRA*) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B). 83

FIGURA 36 ASIMILACIÓN DE CO₂ EN INDIVIDUOS DE MORA (*MORUS NIGRA*) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA..... 83

FIGURA 37 TENDENCIA DE ASIMILACIÓN DE CO₂ POR HORAS EN INDIVIDUOS DE FRESNO (*FRAXINUS AMERICANA*) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA SECA (A) Y HÚMEDA (B). 85

FIGURA 38 ASIMILACIÓN DE CO₂ EN INDIVIDUOS DE FRESNO (*FRAXINUS AMERICANA*) DE DOS Y CUATRO AÑOS DE EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA 85

FIGURA 39 ASIMILACIÓN DE CO₂ EN LAS DIEZ ESPECIES EVALUADAS DE DOS Y CUATRO AÑOS EN ÉPOCA HÚMEDA 87

FIGURA 40 ASIMILACIÓN DE CO₂ EN LAS DIEZ ESPECIES EVALUADAS DE DOS Y CUATRO AÑOS EN ÉPOCA SECA 88

FIGURA 41 RESUMEN DEL CARBONO CAPTURADO POR INDIVIDUOS DE DOS Y CUATRO AÑOS DE LAS DIEZ ESPECIES EVALUADAS EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA 89

FIGURA 42 POTENCIAL HÍDRICO DE LAS DIEZ ESPECIES FORESTALES EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE LAS ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO EN TEMPORADA HÚMEDA.....	91
FIGURA 43 POTENCIAL HÍDRICO DE LAS ESPECIES FORESTALES EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE LAS ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO EN TEMPORADA SECA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	92
FIGURA 44 RENDIMIENTO FOTOSINTÉTICO DE LA ESPECIE <i>TECOMA FULVA</i> <i>SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN TEMPORADA SECA	114
FIGURA 45 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>TECOMA FULVA</i> <i>SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA .	115
FIGURA 46 ASIMILACIÓN CARBONO POR ÉPOCAS EN CAHUATO.....	116
FIGURA 47 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS</i> <i>RUGULOSA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA- TEMPORADA SECA.....	118
FIGURA 48 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS</i> <i>RUGULOSA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA	119
FIGURA 49 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN QUEÑUA	121
FIGURA 50 INTERACCIÓN ÉPOCA VS EDAD PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO EN QUEÑUA	122
FIGURA 51 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA SECA.....	124
FIGURA 52 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA.....	125
FIGURA 53 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN MOLLE SERRANO	127

FIGURA 54 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA</i> <i>CORIÁCEA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA SECA	128
FIGURA 55 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA</i> <i>CORIÁCEA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA.....	130
FIGURA 56 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN QOLLE.....	132
FIGURA 57 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>NELTUMA</i> <i>CALDERENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA SECA	134
FIGURA 58 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>NELTUMA</i> <i>CALDERENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA.....	135
FIGURA 59 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN YARA.....	137
FIGURA 60 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>POPULUS</i> <i>DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA SECA	138
FIGURA 61 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>POPULUS</i> <i>DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA.....	140
FIGURA 62 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN ALAMO	142
FIGURA 63 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA SECA.....	143
FIGURA 64 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA	145
FIGURA 65 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN MIOPORO	147
FIGURA 66 INTERACCIÓN ÉPOCAS VS HORAS EN MIOPORO.....	148
FIGURA 67 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>ACACIA SALIGNA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA SECA.....	150
FIGURA 68 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>ACACIA SALIGNA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA.....	151

FIGURA 69 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN MIMOSA	153
FIGURA 70 INTERACCIÓN ÉPOCAS POR EDADES EN MIMOSA.....	154
FIGURA 71 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA	156
FIGURA 72 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA.....	157
FIGURA 73 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN MORA.....	159
FIGURA 74 INTERACCION ÉPOCA VS EDAD EN MORA.....	160
FIGURA 75 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS</i> <i>AMERICANA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA SECA	162
FIGURA 76 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS</i> <i>AMERICANA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA - TEMPORADA HÚMEDA	163
FIGURA 77 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ÉPOCAS EN FRESNO.....	165
FIGURA78 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ESPECIEN EN ÉPOCA HÚMEDA	168
FIGURA 79 INTERACCIÓN ESPECIES POR EDAD EN ÉPOCA HÚMEDA.....	169
FIGURA 80 INTERACCIÓN ESPECIES POR HORAS EN ÉPOCA HÚMEDA	169
FIGURA 81 ASIMILACIÓN DE CARBONO POR ESPECIES EN ÉPOCA SECA	172
FIGURA 82 INTERACCIÓN ESPECIES POR EDAD EN ÉPOCA SECA	173
FIGURA 83 INTERACCIÓN ESPECIES POR HORAS EN ÉPOCA SECA.....	173
FIGURA 84 TEMPERATURA MÁXIMA, PROMEDIO Y MÍNIMA 21 DE ENERO AL 20 DE FEBRERO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	229
FIGURA 85 HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO 21 DE ENERO AL 20 DE FEBRERO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	230

FIGURA 86 VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO 21 DE ENERO AL 20 DE FEBRERO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	230
FIGURA 87 MÁXIMA RADIACIÓN SOLAR 21 DE ENERO AL 20 DE FEBRERO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	231
FIGURA 88 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL 21 DE ENERO AL 20 DE FEBRERO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	231
FIGURA 89 TEMPERATURA MÁXIMA, PROMEDIO Y MÍNIMA 21 DE MAYO AL 20 DE JUNIO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	232
FIGURA 90 HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO 21 DE MAYO AL 20 DE JUNIO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	233
FIGURA 91 VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO 21 DE MAYO AL 20 DE JUNIO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO.....	233
FIGURA 92 MÁXIMA RADIACIÓN SOLAR 21 DE MAYO AL 20 DE JUNIO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	234
FIGURA 93 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL 21 DE MAYO AL 20 DE JUNIO 2023– VIVERO DE UCHUMAYO	234
FIGURA 94 HISTORIAL DEL PORCENTAJE DE LA HUMEDAD PROMEDIO – VIVERO DE UCHUMAYO	235
FIGURA 95 HISTORIAL DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN – VIVERO DE UCHUMAYO.....	235
FIGURA 96 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DEL <i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	237

FIGURA 97 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS</i> <i>RUGULOSA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	238
FIGURA 98 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>SCHINUS</i> <i>MOLLE</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	239
FIGURA 99 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA</i> <i>CORIÁCEA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	240
FIGURA 100 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>NELTUMA</i> <i>CALDERENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	241
FIGURA 101 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS</i> <i>DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	242
FIGURA 102 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM</i> <i>LAETUM</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	243
FIGURA 103 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>ACASIA</i> <i>SALIGNA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	244
FIGURA 104 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS</i> <i>DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	245

FIGURA 105 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS</i> <i>AMERICANA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	246
FIGURA 106 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DEL <i>TECOMA FULVA SUBSP.</i> <i>AREQUIPENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	247
FIGURA 107 ASIMILACIÓN DE CO ₂ LA ESPECIE <i>POLYLEPIS RUGULOSA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	248
FIGURA 108 ASIMILACIÓN DE CO ₂ LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	249
FIGURA 109 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	250
FIGURA 110 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>NELTUMA CALDERENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	251
FIGURA 111 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	252
FIGURA 112 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	253
FIGURA 113 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>ACASIA SALIGNA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	254
FIGURA 114 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	255

FIGURA 115 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS AMERICANA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	256
FIGURA 116 PAR DEL <i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	258
FIGURA 117 PAR LA ESPECIE <i>POLYLEPIS RUGULOSA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	259
FIGURA 118 PAR LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	260
FIGURA 119 PAR DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	261
FIGURA 120 PAR DE LA ESPECIE <i>NELTUMA CALDERENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	262
FIGURA 121 PAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	263
FIGURA 122 PAR DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	264
FIGURA 123 PAR DE LA ESPECIE <i>ACASIA SALIGNA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	265
FIGURA 124 PAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	266
FIGURA 125 PAR DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS AMERICANA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	267

FIGURA 126 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DEL <i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	269
FIGURA 127 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS RUGULOSA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	270
FIGURA 128 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	271
FIGURA 129 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	273
FIGURA 130 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>NELTUMA CALDERENSIS</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	274
FIGURA 131 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	275
FIGURA 132 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	276
FIGURA 133 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>ACASIA SALIGNA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	277

FIGURA 134 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	278
FIGURA 135 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS</i> <i>AMERICANA</i> EN FUNCIÓN DE LA HORA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	279
FIGURA 136 SEMBRADO DE SEMILLAS EN BANDEJAS	280
FIGURA 137 PREPARACIÓN DE PLÁNTULAS Y TRASPLANTE EN BOLSAS DE POLIETILENO	281
FIGURA 138 MUESTRAS PRENSADAS DE ESPECIES FORESTALES PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	282
FIGURA 139 MUESTRAS PRENSADAS DE ESPECIES FORESTALES PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	283
FIGURA 140 MUESTRAS PRENSADAS DE ESPECIES FORESTALES PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	284
FIGURA 141 MUESTRAS PRENSADAS DE ESPECIES FORESTALES PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	285
FIGURA 142 MEDICIONES DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ CON EL EQUIPO LI- 6800	286
FIGURA 143 MEDICIONES DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ CON EL EQUIPO LI- 6800	287
FIGURA 144 MEDICIONES DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ CON EL EQUIPO LI- 6800	288
FIGURA 145 MEDICIONES DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ CON EL EQUIPO LI- 6800	289

FIGURA 146 MEDICIONES DEL POTENCIAL HÍDRICO CON LA BOMBA SCHOLANDER	290
FIGURA 147 MEDICIONES DEL POTENCIAL HÍDRICO CON LA BOMBA SCHOLANDER	291
FIGURA 148 MEDICIONES DEL POTENCIAL HÍDRICO CON LA BOMBA SCHOLANDER	292
FIGURA 149 MEDICIONES DE ASIMILACIÓN DE CO ₂ CON EL EQUIPO LI- 6800	293



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO	41
TABLA 2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LAS ESPECIES FORESTALES. OBTENIDO DE: PLAN REGIONAL DE REFORESTACIÓN Y ARBORIZACIÓN (2009-2028) RESCATADO DEL INSTITUTO REGIONAL DE CIENCIAS AMBIENTALES DE LA UNAS – IRECA-2003.....	49
TABLA 3. DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA	51
TABLA 4. TEMPERATURA (EN °C) DEL AIRE. TA = TEMPERATURA MEDIA, T. MÁX. = TEMPERATURA MÁXIMA, T. MÍN. = TEMPERATURA MÍNIMA. MOSTRANDO LA TEMPERATURA MEDIA ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR. RANGOS DE TEMPERATURAS ENTRE PARÉNTESIS	51
TABLA 5. HUMEDAD DEL AIRE (HUM EN %), MOSTRANDO MEDIA ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR. RANGOS DE HUMEDAD ENTRE PARÉNTESIS.	52
TABLA 6 VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO (VV EN KM/H), MOSTRANDO MEDIA ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR. RANGOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO ENTRE PARÉNTESIS.	53
TABLA 7 RADIACIÓN SOLAR (RS EN W/M ²), MOSTRANDO MEDIA ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR. RANGOS DE RADIACIÓN SOLAR ENTRE PARÉNTESIS.	55
TABLA 8 EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET EN MM), MOSTRANDO MEDIA ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR. RANGOS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN ENTRE PARÉNTESIS.	56
TABLA 9 ANÁLISIS MECÁNICO DE LA CLASE TEXTURAL DEL SUELO	57
TABLA 10 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO	58

TABLA 11 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE TECOMA FULVA	
SUBSP. AREQUIPENSIS - TEMPORADA SECA	113
TABLA 12 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE TECOMA FULVA	
SUBSP. AREQUIPENSIS - TEMPORADA HÚMEDA.....	114
TABLA 13 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR	
ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN CAHUATO.....	115
TABLA 14 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE	
CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS , EDADES Y HORAS EN CAHUATO	116
TABLA 15 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE POLYLEPIS	
RUGULOSA - TEMPORADA SECA.....	117
TABLA 16 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE POLYLEPIS	
RUGULOSA - TEMPORADA HÚMEDA.....	118
TABLA 17 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR	
ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN QUEÑUA	119
TABLA 18 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE	
DIÓXIDO DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN	
QUEÑUA	120
TABLA 19 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE SCHINUS MOLLE -	
TEMPORADA SECA	123
TABLA 20 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE SCHINUS MOLLE -	
TEMPORADA HÚMEDA.....	124

TABLA 21 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN MOLLE SERRANO.....	125
TABLA 22 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS , EDADES Y HORAS EN MOLLE SERRANO	126
TABLA 23 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE BUDDLEJA CORIÁCEA - TEMPORADA SECA	128
TABLA 24 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE BUDDLEJA CORIÁCEA - TEMPORADA HÚMEDA.....	129
TABLA 25 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN QOLLE.....	130
TABLA 26 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS , EDADES Y HORAS EN QOLLE.....	131
TABLA 27 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE NELTUMA CALDERENSIS - TEMPORADA SECA.....	133
TABLA 28 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE NELTUMA CALDERENSIS - TEMPORADA HÚMEDA	134
TABLA 29 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN YARA	135
TABLA 30 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN YARA	136
TABLA 31 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE POPULUS DELTOIDES - TEMPORADA SECA.....	138

TABLA 32 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE POPULUS DELTOIDES	
- TEMPORADA HÚMEDA	139
TABLA 33 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR	
ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN ALAMO.....	140
TABLA 34 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE	
CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN ALAMO	141
TABLA 35 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE MYOPORUM LAETUM	
- TEMPORADA SECA.....	143
TABLA 36 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE MYOPORUM LAETUM	
- TEMPORADA HÚMEDA	144
TABLA 37 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR	
ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN MIOPORO	145
TABLA 38 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE	
CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN MIOPORO	146
TABLA 39 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE ACACIA SALIGNA -	
TEMPORADA SECA	149
TABLA 40 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE ACACIA SALIGNA -	
TEMPORADA HÚMEDA.....	150
TABLA 41 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR	
ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN MIMOSA	151
TABLA 42 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE	
CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN MIMOSA	152
TABLA 43 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE MORUS NIGRA -	
TEMPORADA SECA	155

TABLA 44 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE MORUS NIGRA - TEMPORADA HÚMEDA.....	156
TABLA 45 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN MORA	157
TABLA 46 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN MORA.....	158
TABLA 47 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE FRAXINUS AMERICANA - TEMPORADA SECA	161
TABLA 48 RENDIMIENTO CUÁNTICO DE LA ESPECIE FRAXINUS AMERICANA - TEMPORADA HÚMEDA	162
TABLA 49 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN FRESNO	163
TABLA 50 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ÉPOCAS, EDADES Y HORAS EN FRESNO	164
TABLA 51 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR ESPECIES, EDADES Y HORAS – TEMPORADA HÚMEDA	166
TABLA 52 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ESPECIES , EDADES Y HORAS EN EPOCA HUMEDA.....	166
TABLA 53 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA A. CARBONO (UMOL/M2.S) POR ESPECIES, EDADES Y HORAS – TEMPORADA SECA.....	170
TABLA 54 PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA ASIMILACIÓN DE CARBONO (UMOL/M2.S) POR ESPECIES, EDADES Y HORAS EN ÉPOCA SECA	170

TABLA 57 TABLA RESUMEN DE RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA DE TEMPORADA SECA.....	175
TABLA 58 INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA DEL 21 DE ENERO AL 20 DE FEBRERO 2023 – VIVERO DE UCHUMAYO	229
TABLA 59 INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA DEL 21 DE MAYO AL 20 DE JUNIO 2023 – VIVERO DE UCHUMAYO.....	232
TABLA 60 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>TECOMA FULVA</i> <i>SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA	236
TABLA 61 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS</i> <i>RUGULOSA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA	237
TABLA 62 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	238
TABLA 63 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA</i> <i>CORIÁCEA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	239
TABLA 64 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>NELTUMA</i> <i>CALDERENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA	240
TABLA 65 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS</i> <i>DELTOIDES</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA	241
TABLA 66 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM</i> <i>LAETUM</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA	242
TABLA 67 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>ACASIA SALIGNA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	243
TABLA 68 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	244

TABLA 69 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS AMERICANA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA HÚMEDA.....	245
TABLA 70 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	246
TABLA 71 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS RUGULOSA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	247
TABLA 72 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	248
TABLA 73 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	249
TABLA 74 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>NELTUMA CALDERENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	250
TABLA 75 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	251
TABLA 76 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	252
TABLA 77 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>ACASIA SALIGNA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	253
TABLA 78 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	254
TABLA 79 ASIMILACIÓN DE CO ₂ DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS AMERICANA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	256
TABLA 80 PAR DE LA ESPECIE <i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	257

TABLA 81 PAR DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS RUGULOSA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	258
TABLA 82 PAR DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	259
TABLA 83 PAR DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA CORIÁCEA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	260
TABLA 84 PAR DE LA ESPECIE <i>NELTUMA CALDERENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	261
TABLA 85 PAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS DELTOIDES</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	262
TABLA 86 PAR DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM LAETUM</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	263
TABLA 87 PAR DE LA ESPECIE <i>ACASIA SALIGNA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	264
TABLA 88 PAR DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	265
TABLA 89 PAR DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS AMERICANA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	266
TABLA 90 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>TECOMA FULVA SUBSP. AREQUIPENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA ..	268
TABLA 91 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POLYLEPIS RUGULOSA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	269
TABLA 92 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>SCHINUS MOLLE</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	271

TABLA 93 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>BUDDLEJA</i> <i>CORIÁCEA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	272
TABLA 94 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>NELTUMA</i> <i>CALDERENSIS</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	273
TABLA 95 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>POPULUS</i> <i>DELTOIDES</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	274
TABLA 96 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>MYOPORUM</i> <i>LAETUM</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	275
TABLA 97 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>ACASIA SALIGNA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	276
TABLA 98 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>MORUS NIGRA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA	277
TABLA 99 INTENSIDAD DE LA LUZ SOLAR DE LA ESPECIE <i>FRAXINUS</i> <i>AMERICANA</i> EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN DE TEMPORADA SECA.....	278

ABREVIATURAS

FlrLS “Q”: La variable llamada “Q” en el grupo FlrLS es la radiación fotosintéticamente activa dentro de la cámara.

GasEx “A”: La variable denominada “A” en el grupo GasEx es la tasa de asimilación de CO₂ o tasa fotosintética neta, en $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Gsw: Es la conductancia estomática al vapor de agua, en $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Qamb_out: Es la intensidad de la luz fuera de la cámara.

PAR: Radiación Fotosintéticamente Activa, comúnmente abreviada PAR, es considerado una radiación electromagnética, es medido considerando los fotones fotobiológicos representado con los colores que son absorbidos por diferentes pigmentos fotosintéticos como energía para realizar la fotosíntesis, la cual solo es estimulada cuando se encuentra en el rango espectral entre 400 y 700 nm, fuera de ese rango no es considerado en la métrica PAR.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el dióxido de carbono (CO_2) es catalogado como uno de los principales gases que interviene en el fenómeno conocido como efecto invernadero (Arroyo et al., 2020). El exceso de CO_2 es generado por la propia actividad humana, principalmente por la quema de combustibles fósiles, variación en la temperatura de la tierra, contaminación, uso del suelo, etc. (González-Vergel et al., 2023). Asimismo, es conocido que la emisión de gases de efecto invernadero son uno de los principales promotores del “calentamiento global”; el cual, produce consecuencias tales como: la reducción o deshielo de glaciares, alteraciones pluviométricas (sequías o inundaciones), inviernos más crudos, incremento del nivel del mar, inundaciones en poblaciones que se encuentran cercanas a las costas entre otros problemas que van siendo conocidos día a día (Mora López, 2020).

La Gerencia Regional y la dirección ejecutiva de Salud Ambiental de la Gerencia Regional de Salud (GERESA) realizó un estudio entre el 2014 y 2018, revelando los sitios más contaminados de la ciudad, los cuales son: la plataforma Andrés Avelino Cáceres y Av. Dolores, donde se reportan $180 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ de CO_2 , sobrepasando el límite permitido (Zacarias Madariaga, 2019).

La vegetación o flora fanerogámica presente en la ciudad de Arequipa es conocida por tener distintas propiedades beneficiosas para combatir problemas ambientales (Mora López, 2020), las especies nativas de esta región, contribuyen a la captura de carbono en las áreas verdes de la ciudad (Mora López, 2020). El propósito de esta investigación es conocer la eficiencia en la asimilación de carbono que nos permitirá generar planes de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería de Arequipa en articulación con otras herramientas como el Plan de Ordenamiento Territorial y Plan de Gestión Ambiental que aportarán al logro de los retos del desarrollo sostenible.

Dentro de los múltiples servicios que las coberturas verdes aportan pueden mencionarse: captura de CO_2 , retención de material particulado, regulación de la temperatura, mitigación del ruido y regulación hídrica, constituyen, además, hábitat para especies de flora y fauna y contribuyen a la conectividad ecológica (De Usaqué, 2020).

En este estudio presentamos el proceso de medición de la asimilación de CO_2 de 10 especies forestales, 5 especies nativas y 5 especies exótica o introducidas que se cultivan en el Vivero de Uchumayo de SMCV – Arequipa, con una edad fenológica temprana de 2 y 4 años, considerando la hora del día y analizando su origen; nativo o exótico, nos brinda data importante del servicio ecosistémico de regulación denominado “Secuestro y

almacenamiento de carbono”, ya que mediante la fotosíntesis realizan un proceso de conversión de CO_2 a O_2 (FAO, 2020).





CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Problemática de la investigación

Dado que las sustancias químicas que degradan la calidad del aire suelen liberarse junto con los gases de efecto invernadero, la calidad del aire y el clima están estrechamente interrelacionados; por lo tanto, alterar uno inevitablemente afecta al otro (ONU, 2022). Según el Observatorio de Izaa de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el equilibrio actual de temperatura global y clima se está viendo alterado debido al exceso de dióxido de carbono (actualmente 415 ppm), el cual absorbe de manera única la luz infrarroja reflejada desde la superficie terrestre, provocando el efecto invernadero, una serie de reacciones que atrapan el exceso de radiación y elevan las temperaturas globales (Pérez Pérez, 2019). Se predice que el calentamiento global aumentará la respiración heterótrofa en algunos bosques tropicales, reduciendo así el almacenamiento de carbono en América del Sur. La asimilación de carbono por parte de la biosfera terrestre es crucial para mitigar las emisiones antropogénicas de CO₂ y, en consecuencia, el calentamiento global (Yu et al., 2019).

Diversos estudios que utilizan modelos climáticos indican una tendencia para el año 2100 en la cual la vegetación menos densa, como las sabanas o los bosques estacionales, podrían reemplazar a los bosques en el sur del Amazonas debido al aumento de las temperaturas y las estaciones secas prolongadas (Cook et al., 2012 citado en Funatsu et al., 2019). Las deficiencias en la fotosíntesis por factores ambientales, especialmente la sequía, afectan negativamente el flujo de CO₂ desde las cámaras subestomáticas hasta los sitios de carboxilación en los cloroplastos, fenómeno que aún no se comprende completamente, al menos en algunas especies de plantas o cultivos (Olsovska et al., s. f.).

La ciudad de Arequipa ha sido identificada como una de las ciudades más contaminadas de América Latina, junto con Santiago de Chile, Lima, Sao Paulo y Ciudad de México (Pérez Pérez, 2019), debido a su topografía que se asemeja a la forma de un "plato hundido", lo cual facilita la dispersión vertical y horizontal de los contaminantes (Agenda 21, 2021). Además, según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), en el año 2016 las emisiones de dióxido de carbono en Arequipa alcanzaron los 205,294.17 Gg de CO₂eq con una tendencia logarítmica.

Diferentes estudios destacan la variabilidad en el contenido de carbono según especies arbóreas y tejidos (Gayoso et al., 2002 citado en Pinedo et al., s. f.). Sin embargo, hasta la fecha, existe poca o nula información relevante que evalúe el potencial de las especies forestales que se encuentran en la ciudad de Arequipa para asimilar CO₂ y su relación directa con el estrés hídrico y las características del suelo. Se requiere un mayor conocimiento en esta área para potenciar la capacidad de las especies forestales locales y promover estrategias de conservación, reforestación o creación de áreas verdes con árboles nativos (Olsovska, 2016).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) citada por (IMPLA, 2016), Arequipa cuenta con solo 3 m² de áreas verdes por habitante, mientras que la cifra ideal es de 9 m²/habitante. Además, se proyecta que, hacia finales del siglo XXI, el 49% de la superficie terrestre del planeta sufrirá cambios en las comunidades vegetales, afectando al 37% de los ecosistemas terrestres mundiales (Bergengren et al., 2011 citado en Yu et al., 2019). Por lo tanto, a medida que aumenta la población urbana y rural, disminuye la superficie vegetal, lo cual reduce los servicios ecosistémicos que estas áreas proporcionan a la ciudad.

Por lo expuesto anteriormente, es fundamental potenciar los beneficios ambientales de las especies arbóreas nativas e introducidas que se adaptan a las condiciones locales en Arequipa. La mejor manera de lograrlo es reducir la brecha de información sobre los procesos fotoquímicos y los servicios ecosistémicos que proporcionan los árboles en esta ciudad, proporcionándoles las condiciones adecuadas. Una estrategia efectiva de gestión ambiental sería aprovechar los recursos existentes y potenciar su capacidad para asimilar grandes cantidades de dióxido de carbono, convirtiéndolos en sumideros de carbono y facilitando la creación de áreas de conservación, reforestación o áreas verdes con árboles nativos, lo cual es el objetivo central de la presente investigación..

1.2. Justificación

1.2.1. Aspecto Ambiental

Entender las capacidad de secuestro y almacenamiento de CO₂ realizado por especies nativas y exóticas presentes en la ciudad de Arequipa en diferentes temporadas del año, contribuye a cuantificar la cantidad real de carbono asimilado por las especies forestales evaluadas y jerarquizar según los beneficios ecosistémicos proporcionados para la toma consciente de decisiones a la hora de

llevar a cabo proyectos, programas o políticas de forestación o reforestación a ambientes circundantes a áreas urbanas para mitigar los impactos significativos que provoca la concentración de Gases de Efecto Invernadero, cumpliendo con el objetivo de desarrollo sostenible N° 13 de acción por el clima.

Asimismo, las áreas verdes, generarán como principales beneficios ambientales: la asimilación de Carbono, regulación de la temperatura, provisión de agua en calidad y cantidad, generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, protección y recuperación de suelos (estabilización de taludes), actúan de barrera contra ruidos (diversos estudios señalan que se logra una disminución del ruido hasta por 10 a 12 decibeles con la plantación estratégica de árboles).

Entonces se postula que las especies forestales en estudio constituirán una herramienta útil en la mitigación de gases de efecto invernadero como el CO₂, lo cual se traducirá en tasas de acumulación de biomasa y carbono.

1.2.2. Aspecto Social

En primera instancia beneficiará a los habitantes arequipeños principalmente aquellos circundantes a zonas urbanas de incidencia vehicular, pues al utilizar especies que capturen eficientemente el carbono para los programas de forestación, se minimiza el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas como la neumonía, crónicas como el cáncer de pulmón y las enfermedades cardiovasculares (OMS, 2018). Cumpliendo con el objetivo de desarrollo sostenible N°3 de salud y bienestar.

1.2.3. Aspecto Económico

El aprovechamiento de las especies en estudio para una gestión de arbolado tiene una gran importancia económica debido a los servicios ecosistémicos de secuestro y almacenamiento de CO₂, en función al tipo de formación vegetal y su extensión.

En el presente trabajo, se brindarán las bases para el cálculo de la valorización de los servicios ecosistémicos de las especies evaluadas, así como al uso efectivo del presupuesto destinado a la gestión ambiental, ya que provee información de las características de mantenimiento de las especies y de los beneficios ambientales que brindan, para una adecuada toma de decisiones.

Asimismo, el equivalente a CO₂ reducido repercutirá positivamente en el ámbito de salud y ambiente gracias a la reducción de gases de efecto invernadero (Infoaire, 2019)

1.2.4. Aspecto Tecnológico

El presente trabajo de investigación cuenta con una metodología de estudio fotosintético no invasivo, al utilizar el equipo de fotosíntesis portátil Li-6800 que se puede usar para comprender la cantidad de dióxido de carbono asimilado durante la fotosíntesis de una manera no destructiva mediante un sistema de intercambio de gases. El flujo de aire afecta a la superficie de la placa de muestra a partir del flujo de CO₂ y agua, es decir, gracias a su masa se obtienen datos reales de asimilación de CO₂ sin dañar las muestras, ya que el equipo Li-6800 es ampliamente reconocido y utilizado en estudios científicos debido a su precisión y fiabilidad en la medición del intercambio de gases durante la fotosíntesis. Ha sido validado y calibrado por fabricantes y en estudios previos para asegurar mediciones precisas y reproducibles.

1.2.5. Aspecto Político / Institucional

La presente investigación proporcionará datos relevantes sobre la asimilación de carbono por parte de las especies evaluadas, lo cual será fundamental para la gestión ambiental y social promovida por Sociedad Minera Cerro Verde. Además, servirá como antecedente para futuras investigaciones realizadas en colaboración entre Sociedad Minera Cerro Verde y la Universidad Católica de Santa María. Estos datos facilitarán el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental para el aire establecidos en el DS N° 003-2017-MINAM.

La información obtenida permitirá la toma de decisiones informadas y la planificación adecuada de los planes y programas ambientales. Esto incluye la implementación de estrategias efectivas de conservación, reforestación y gestión sostenible de los recursos naturales, contribuyendo así a la mejora continua de las prácticas ambientales y al desarrollo sostenible en la región..

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la asimilación de dióxido de carbono estacional de diez especies forestales de dos edades diferentes producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar taxonómicamente las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.
- Determinar las condiciones climáticas y del suelo en las que se desarrollan las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.
- Medir la asimilación de dióxido de carbono en dos edades distintas de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.
- Medir el potencial hídrico en dos edades distintas de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.



CAPÍTULO II.

FUNDAMENTO TEÓRICO

2. Fundamento Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

Las especies vegetales utilizan energía solar, dióxido de carbono y agua para liberar oxígeno y producir moléculas de azúcar que almacenan energía. Este proceso fundamental se lleva a cabo en las hojas a través de la fotosíntesis, específicamente, ocurre en las estomas, que son pequeñas aberturas en la epidermis de las hojas. Estas estructuras permiten la entrada del dióxido de carbono necesario para la fotosíntesis y la salida del oxígeno producido, facilitando así los intercambios gaseosos con el mesófilo, las células del tejido que contienen los cloroplastos donde se realiza la fotosíntesis. (Cedeño, s. f.).

No obstante, las condiciones ambientales como la temperatura, precipitación y la radiación fotosintética activa (PAR) alteran las tasas de asimilación de carbono (Lunt et al., 2019). En especial la temperatura que es un parámetro determinante en la tasa de asimilación de CO₂, como lo explica Schyman (2018) en un estudio en Suecia utilizando parámetros como la tasa neta de absorción de CO₂ (A_{net}), la tasa máxima de carboxilación de Rubisco (V_{cmax}), la tasa máxima de transporte de electrones para la regeneración de RuBP (J_{max}) y su respuesta particular a las temperaturas y mediciones de intercambio de gases. Los hallazgos de las observaciones indicaron que la temperatura ideal para la fotosíntesis varía entre 22°C con fertilización y 19°C sin fertilización.

Otro estudio que se realizó en Gamboa, Panamá utilizó el equipo de intercambio de gases LICOR 6400XT para determinar la tasa de asimilación de CO₂ en función de la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR), este estudio concluyó que la asimilación de CO₂ en temporada húmeda fue mucho mayor que la estación seca, debido a que el estrés hídrico restringe la apertura estomática debido a que un aumento en la temperatura tiene un efecto negativo al intensificar la evaporación lo que favorece la sequía (Espino, 2015). Se sabe que, en condiciones de estrés hídrico, se altera la conductancia del mesófilo de la hoja para el CO₂ (g_m) y la misma puede afectar negativamente la fotosíntesis y la eficiencia del uso del agua (WUE) en las plantas. Con los resultados que se obtuvo de la medición con un sistema de intercambio de gases Li-6400XT, se analizó la alteración de las reacciones del genotipo considerando los parámetros estomáticos (cierre de estomas) y no estomáticos (difusionales y bioquímicos) y su respuesta en la tasa de asimilación neta de CO₂ (A_N). Se concluyó, que el estrés hídrico en las plantas significó un obstáculo en el tránsito regular del CO₂, lo que acarreó una correlación negativa en la tasa de asimilación neta de CO₂ (A_N), así como en la conductancia del mesófilo de la hoja para el CO₂ (g_m) y conductancia estomática (g_s) y por

lo tanto la reducción de gm afectó de forma negativa la eficiencia de carboxilación (V_{cmax}). (Olsovska, 2016). Aunque todas las plantas fijan CO_2 , mediante el ciclo de Calvin, las plantas C3 lo fijan directamente a través de la rubisco, se estima que aproximadamente el 90% de las plantas vasculares poseen metabolismo C3 (Santamaría et al., 2023). Aunque la enzima tiene más afinidad por el CO_2 que por el O_2 , en condiciones atmosféricas normales y la actividad carboxilativa es tres veces mayor a la oxidativa. (Casatejada Anchel, 2022) a altas temperaturas la solubilidad del O_2 disminuye menos que la solubilidad del CO_2 , aumentando la disponibilidad del O_2 para las reacciones (Santamaría et al., 2023).

A una temperatura ambiental de 25 °C, la enzima reacciona más fácilmente con el CO_2 que con el O_2 , la velocidad de oxigenación es mayor dado que la atmósfera actual contiene mucho más O_2 (21%) que CO_2 (0,036%) y debido a la liberación de O_2 en la reacción de separación del agua, la relación $O_2:CO_2$ en el fluido del cloroplasto es aproximadamente 24:1. (Keller 2015; Cedeño, s. f.) El nivel de fotorrespiración depende de la intensidad luminosa, de la capacidad de discriminación de la rubisco entre los dos sustratos de la enzima y de las concentraciones relativas de O_2 y CO_2 en el ambiente de la enzima, que varían con factores como la temperatura. (Gutiérrez Del Pozo, 2010) En condiciones extremas de calor, las plantas cierran sus estomas y disminuye la captación de CO_2 y la velocidad de la fotorrespiración es mayor que la de la fotosíntesis (Santamaría et al., 2023) Aunque la fotorrespiración no se puede eliminar en condiciones ambientales normales, lo que sí puede conseguirse es minimizarla aumentando la concentración de CO_2 o reduciendo la presencia de O_2 en el ambiente donde funciona la Rubisco (Casatejada Anchel, 2022). Aunando a lo anterior, el aumento en la temperatura induce la reducción de la transpiración y asimilación de CO. Es común que las plantas por la mañana presenten hojas completamente turgentes y al mediodía las hojas adquieran una condición de marchitez temporal. (Cadena-Iñiguez et al., 2001).

Se observó además que en temporada seca al disminuir la cantidad del PAR cerca $380\mu mol$ de CO_2/m^2s , la asimilación de CO_2 y la respiración son iguales a cero, no hay formación de compuestos orgánicos. En contraste se encontró que en temporada húmeda cuando la PAR alcanzó $500\mu mol$ de fotones/ m^2 la tasa de asimilación disminuyó, por verse saturada por la luz (Espino, 2015) Sin embargo, en un estudio de plantas jóvenes y en ambientes controlados de cacao, acerca del déficit hídrico, concluyeron que la mayor tasa de asimilación fue obtenida de plantas regadas con mayor frecuencia, cada 3 días y la

asimilación de las tasas de CO₂ fue significativamente alta cuando la PAR se encontró por encima de 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Rada et al., 2005).

Confirmando de esta forma lo expuesto, las plantas que crecen en condiciones cálidas, brillantes y secas inevitablemente deben tener sus estomas cerrados durante gran parte del día para evitar la pérdida excesiva de agua y el marchitamiento. El resultado neto es que la concentración interna de CO₂ en la hoja es muy baja, lo que significa que la fotosíntesis de C₃ no es posible. (Cedeño, 2021). Sin embargo, cuando estos organismos son aclimatados por medio de la aplicación de temperaturas moderadamente elevadas, su maquinaria fotosintética exhibe un incremento en su estabilidad termal, fenómeno que ha sido observado en diferentes organismos incluídas las plantas superiores (Morales, D. 2013).

Influyen otros factores como son las condiciones de crecimiento, debido a que las hojas aclimatadas a la sombra, comparadas con las que se desarrollan a plena luz, tienen una menor asimilación de CO₂. (Espino, 2015). Del mismo modo, el uso de fertilizantes tiene un impacto en la tasa fotosintética neta, ya que las plantas que se desarrollan en suelos con fertilizantes reducen en casi el 50% sus propiedades para asimilar carbono en comparación con aquellas plantas no fertilizadas. (Schyman, 2018)

Hasta la fecha se cuenta con poca información relevante que evalúe el potencial de las especies forestales para asimilar CO₂ y la relación directa con el estrés hídrico y las características del suelo pues como lo sugiere López, (2015) en el estudio para comparar la capacidad de secuestro de carbono de dos fincas, ubicadas en el distrito de Tahuamanu, Madre de Dios; la primera finca con bosque primitivo y la finca con actividad agrícola existe una diferencia significativa entre la biomasa viva (vegetación leñosa y no leñosa) y la biomasa muerta (hojarasca y escombros), se demostró que las reservas y la capacidad de carbono secuestrado es mayor en la biomasa viva y se estratifican de forma jerárquica; plantas leñosas, plantas no leñosas y en menor cantidad las hojarasca. Esto sugiere que los sumideros de carbono están representados por la vegetación leñosa. Por lo tanto, es relevante realizar una investigación para poder determinar cuáles son las plantas leñosas que se extienden por la ciudad de Arequipa que cuentan con mayor capacidad de absorción de CO₂ y tener un mejor criterio a la hora de realizar gestiones ambientales en nuestra ciudad, la importancia de su conservación y estudio de los beneficios ecosistémicos que brindan. Hernández (2014) brinda información relevante con respecto a la medición de su capacidad de asimilación de Carbono en la ciudad del Estado de México de 02 especies tanto al Alamo (*Populus deltoides*) y al Molle Serrano (*Schinus molle*) donde realizó un registro de las

propiedades dasométricas y posteriormente halló el equivalente a la cantidad en toneladas de carbono asimilado. Se pudo determinar que la especie Molle Serrano (*Schinus molle*) es la especie que más CO₂ captura, 441.86 toneladas en 128 árboles y el Alamo (*Populus deltoides*) es la tercera especie con mayor asimilación de CO₂, con 74.81 toneladas de CO₂ en 107 árboles. Aunque las condiciones ambientales difieren, se puede inferir que las características fotoquímicas y del tejido de los árboles contribuyen en gran manera como sumideros de carbono.

Dentro de los antecedentes de investigación con ámbito nacional, en la ciudad de Arequipa contamos con 01 investigación de tesis de la Universidad Católica de Santa María y 01 de la Universidad Nacional de San Agustín, donde se utilizó un medidor fotosintético portátil Li-6800 colaboradas por el Vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde, para medir variables relacionadas con el proceso fotosintético de forma no invasiva, la intensidad solar y la tasa de asimilación de dióxido de carbono. Una de ellas es Morales, (2021) cuyo período de muestreo fue en temporada seca en la ciudad de Arequipa, los resultados de evaluar la asimilación de CO₂ demostraron que la especie nativa (*Schinus Molle* L.) presentó el mayor promedio diario de asimilación de CO₂ con 4.87 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2$ en la zona 1 seguido de la introducidas (*Fraxinus americana* L.) con 4.68 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2$ y 3.93 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2$ en las zonas 1 y 2 respectivamente. La segunda tesis es desarrollada por Huaco, (2019), quien consideró cálculo de tasa de asimilación durante la época seca, también se ha tenido en cuenta otros parámetros (suelo, potencial hídrico, radiación fotoactiva) y su efecto sobre la capacidad de asimilación de CO₂. De igual forma, dentro las especies que captaron la mayor cantidad molar de CO₂ por día durante los tres meses evaluados, destacó la especie *Schinus molle* con 13.14 mol CO₂; seguido del Fresno (*Fraxinus americana*) con 37.01 mol CO₂; en cuarto lugar la Mora (*Morus nigra*) con 4.77 mol CO₂; en quinto lugar Acacia mimosa (*Acacia saligna*) con 3.30 mol CO₂; en sexto lugar Mioporo (*Myoporum acuminatum* R.Br. con 1.17 mol CO₂; en séptimo lugar Alamo (*Populus deltoides*) con 0.97 mol CO₂.

Los resultados del potencial hídrico realizados a medio día, muestran que la especie Fresno (*Fraxinus americana*), mimosa (*Acacia saligna*) y Mioporo (*Myoporum acuminatum* R.Br.) obtienen valores mayores a -1.5 MPa, por lo que según la clasificación de Hsiao (1973), estas especies estarían con un estrés hídrico severo.

Las tres investigaciones del ámbito nacional mencionadas, son de árboles de edad adulta en contraste con la presente investigación en la cual se evalúan especies en edades

tempranas, de 2 y 4 años. Flores, (2021) en una investigación de Colina Baja, distrito Tahuania, región Ucayali, brinda información relevante con respecto a la relación directa que presenta la cantidad de biomasa en relación con la de carbono almacenado, la cual nos proporciona las bases para entender que las plantas al aumentar su volumen con la edad obtienen mayor cantidad de biomasa, lo que sugiere que mientras más edad tenga una planta mayor será la biomasa acumulada. Dicho estudio, además asevera que las temporadas estacionales también influyen y mientras mayor humedad tenga una planta, menor será su biomasa, otro factor a considerar es el diámetro de una planta ya que está en relación directa con la biomasa.

Se cuenta con la investigación de Baca, (2017) en Lima, quien determinó el CO₂ asimilado por especies forestales tales como *Schinus molle*, *Eucaliptus globulus* y *Ficus benjamina* mediante 02 métodos de estimación de asimilación de carbono en especies forestales, fue de 703,832.41 kg de CO₂ y 358,3634'621.37 kg de CO₂ comparado con las emisiones de CO₂ de los vehículos que transitan por la avenida Separadora Industrial fue de 892,914.1 kg de CO₂/año. Lo que indica que la asimilación de CO₂ es el proceso inicial que regula la formación del ecosistema. servicio denominado secuestro y almacenamiento de carbono. (Morales, 2021). Esta investigación es importante para la preservación de las especies y entender la respuesta en la asimilación de CO₂ de especies fotosintéticas a un inminente cambio climático.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. *Desarrollo fisiológico de las plantas en la germinación*

La germinación se compone de cuatro fases distintas: imbibición de agua, elongación celular, división celular y diferenciación de células y tejidos. Dependiendo de la posición de los cotiledones en relación con la superficie del sustrato, las semillas pueden experimentar procesos de germinación diferentes. La germinación puede ser epigea o hipogea. En la germinación epigea, los cotiledones emergen del suelo impulsados por el notable crecimiento del hipocótilo. Durante este proceso, los cotiledones desarrollan cloroplastos y se convierten en órganos fotosintéticos, desempeñando funciones similares a las hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo, que es la parte del eje entre los cotiledones y la primera hoja. En la germinación hipogea, únicamente la pluma del cotiledón atraviesa el suelo y el epicótilo finalmente comienza a desarrollarse, se alarga y aparecen las primeras hojas siendo los primeros órganos de fotosíntesis de la plántula (Doria, 2010).

A partir del período de crecimiento, se entra en un estado fisiológico irreversible. Una vez que pasa la etapa de germinación, pasa a la etapa vegetativa y se desarrolla a partir de la plántula (Doria, 2010).

2.2.2. *Estrés hídrico en las plantas*

El estrés hídrico foliar tiene un efecto negativo en la capacidad fotosintética de las plantas debido a que reduce el crecimiento de las hojas y restringe el crecimiento celular de la misma, se inhiben los procesos fisiológicos de la planta, disminuye la tasa de transpiración y aumenta el cierre estomático de la planta, sin embargo, otro factor influyente en los resultados del potencial hídrico es la hora del día. (Parra, Rodríguez y González, 1999 citado en Zavala et al., s.f., 2021)

2.2.3. *Capacidad de campo*

La productividad de la vegetación está en relación directa con la humedad que el suelo sea capaz de absorber, retener y suministrarles. Las variables del estudio edafológica nos brindan información vinculada a la disponibilidad de agua que resulta ser de gran importancia para conocer la calidad del suelo incluso mayor a la disponibilidad de nutrientes. En consecuencia, la cantidad de agua que está disponible para las plantas, dependen de la capacidad del suelo para retener la

humedad. La capacidad de campo representa el contenido de humedad del suelo, se logra una vez estabilizado el drenaje gravitacional teniendo como conducto los macroporos del suelo. Representa la máxima cantidad de agua que el suelo puede retener. (Domingo-Santos et al., 2008). La Figura 1 muestra el porcentaje de agua en el suelo en función del tipo de suelo. Tomado de La capacidad de campo de un suelo, de técnico agrícola.



Figura 1. Condiciones de humedad para diferentes tipos de suelo. (Domingo-Santos et al., 2008).

2.2.4. Características del suelo

Las características del suelo que se mencionan a continuación son factores predeterminantes en su capacidad de retención de humedad.

2.2.4.1. Textura

Una característica sumamente interesante del suelo es su textura, que está directamente relacionada con la tasa de descomposición y el potencial de producción (White, 2005 citado en Camacho-Tamayo et al., 2017).

La textura del suelo revela su contenido de arena, limo y arcilla. Esta característica afecta en la fertilidad y la capacidad de retención de agua, aireación y contenido de materia orgánica (Espinoza et al., 2018), debido a la densidad aparente y la porosidad del suelo (Lacasta et al., 2005 citado en Camacho-Tamayo et al., 2017)

Tamaño de las partículas en mm.	
Arena	: 0,050 - 2,00
Limo	: 0,002 - 0,05
Arcilla	: <0,002

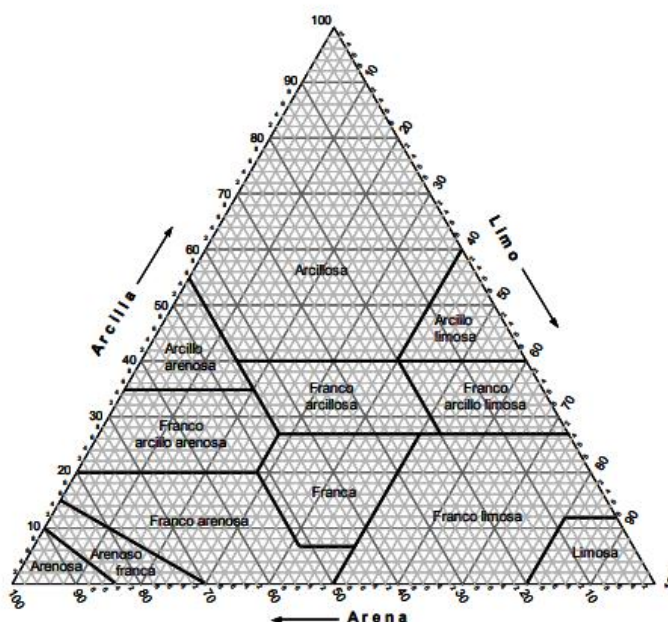


Figura 2. Triángulo textural USDA. . (Sandoval, 2023).

2.2.4.2. Clases texturales

- **Texturas arcillosas:** La principal característica es su gran capacidad para almacenar agua y nutrientes. (Blanquer et al., s. f.)
- **Textura arenosa:** Destaca por su elevada permeabilidad, por ello el lavado de los elementos minerales es elevado. Son propensas a generar encharcamiento o escorrentía. (Blanquer et al., s. f.)
- **Textura limosa:** Carece de propiedades coloidales, por lo que es fácil detener la aireación y la circulación del agua. (Blanquer et al., s. f.)
- **Textura franca:** Este tipo de suelo es el ideal ya que está en equilibrio con todas propiedades del suelo. (Blanquer et al., s. f.)

Tabla 1. Tabla de texturas de suelo de acuerdo a la clasificación americana.

La tabla contiene la composición de tipos de suelo de cada clase textural.

Tomado de *Textura del suelo* (FAO, 2009).

Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	Términos generales
86-100	0-14	0-10	Arenoso	Suelos de textura gruesa
70-86	0-30	0-15	Arenoso franco	
50-70	0-50	0-20	Franco arenoso	Suelos de textura moderadamente gruesa
23-52	28-50	7-27	Franco	
20-50	74-88	0-27	Franco limoso	Suelos de textura media
0-20	88-100	0-12	Limoso	
20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso	Suelos de textura moderadamente fina
45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso	
0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso	
45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso	Suelos de textura fina
0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso	
0-45	0-40	40-100	Arcilloso	

2.2.4.3. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica del suelo puede ser muy baja pero nunca cero porque hay presencia de sales naturalmente disueltas. Para los organismos, las sales son beneficiosas (Smith, 2020), ya que las ingieren disueltas en el agua, pero no demasiado, ya que modifica el comportamiento de los microorganismos e impide el desarrollo de las plantas. Además, la conductividad eléctrica varía dependiendo de muchos factores diferentes como el material de origen o los factores de formación del suelo, textura del suelo y el clima local. La conductividad eléctrica en regiones áridas es alta, debido a que las sales naturales del suelo no son arrastradas por la precipitación durante los procesos de formación del suelo. También influye la topografía manifestándose una acumulación de sal en las zonas bajas del paisaje (Cremona & Enriquez, 2020)

Suspensión-relación suelo / agua 1:2,5	Conductividad eléctrica (dS/m)
No salina	0-1
Levemente salina	1-2
Moderadamente salina	2-4
Muy salina	4-8

Figura 3. Escala para clasificar los suelos en función de la salinidad
(Cremona & Enriquez, 2020)

2.2.4.4. Capacidad de retención de agua:

Cuando se trata de la gestión del agua, la estructura y la funcionalidad de la cuenca están muy influenciadas por la capacidad del suelo para retener agua. Esta capacidad está estrechamente relacionada con el crecimiento de la vegetación, la escorrentía y la evapotranspiración real (Rosales, 2012 citado en Llanto Verde, 2018)

2.2.5. Potencial Hídrico de las plantas

El estrés hídrico foliar tiene un efecto negativo en la capacidad fotosintética de las plantas debido a que reduce el crecimiento de las hojas y restringe el crecimiento celular de la misma, se inhiben los procesos fisiológicos de la planta, disminuye la tasa de transpiración y aumenta el cierre estomático de la planta, además, otro factor influyente en los resultados del potencial hídrico es la hora del día. (Parra, Rodríguez y González, 1999 citado en Zavala et al., s. f., 2021)

2.2.5.1. Bomba Scholander

La planta transporta el agua desde las raíces a las hojas, a través de su tejido vegetal que son células interconectadas denominado xilema impulsada por la fuerza de succión a medida que el agua se evapora de las hojas. Sin embargo, el ritmo de evaporación de las hojas es supeditado por la demanda de agua a causa de factores como el calor, por ende, la hora, o el viento y el suministro de agua del suelo. Debido a que estos parámetros son variables, el potencial hídrico es mayor a mediodía y mínimo justo antes del amanecer

El equipo denominado Bomba Scholander que funciona a la vez con un tanque de gas es utilizado para medir el potencial hídrico, debido a que se induce presión por medio del tanque de gas presurizado, las plantas experimentan déficit hídrico o pérdida neta de agua y de esta manera se induce la salida de la savia por el peciolo, por ellos los valores arrojados son igual y con signo opuesto al potencial hídrico de la planta.

El valor es recogido en el momento exacto que la savia comienza a aparecer en el extremo cortado del peciolo. La unidad de presión más comúnmente utilizada es Bar (1 Bar = 14,5 PSI). («Bombas Scholander», s. f.)

2.2.6. Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso metabólico fundamental para todos los organismos vivos ya que consiste en el empleo de la energía luminosa para sintetizar los componentes celulares donde la energía solar es considerada la fuente necesaria para su realización (Carvajal et al., 2011 citado en Morales, 2021).

Este proceso ocurre en dos fases, la primera fase consiste en un proceso que requiere la energía directa de la luz para generar energía química y reductora que serán utilizadas en la segunda fase, esta segunda fase conocida como fase oscura es independiente de la luz, se realiza cuando los productos de las reacciones de luz son utilizados para formar enlaces covalentes carbono-carbono de los carbohidratos mediante el Ciclo de Calvin y se produce en los cloroplastos de las células, cabe resaltar que en las reacciones de luz, la captación de energía luminosa por los pigmentos que absorben la luz convirtiéndola en energía química (ATP) y poder reductor (NADPH), requiere de una molécula de agua y como consecuencia, se libera oxígeno molecular (Carvajal et al., 2011 citado en Morales, 2021).

2.2.6.1. Proceso fisiológico de asimilación de CO₂ por las plantas

Dado que las plantas necesitan absorber cantidades suficientes de dióxido de carbono, la concentración de CO₂ en el aire cerca de las hojas tiene un impacto significativo en la rapidez con que crecen. Los cloroplastos lo captan por acción de actividad carboxilasa de la enzima rubisco. Las plantas C3 son aquellas que tienen mayor dependencia a la difusión para captar el CO₂ atmosférico, en cambio otras plantas con fotosíntesis C4 y CAM en menor proporción, aunque con cierto coste energético (Fisiología vegetal Centro de información, 2008).

2.2.6.2. Proceso de asimilación por medio de la rubisco

El cloroplasto absorbe el CO₂ de la atmósfera, el cual va disminuyendo al pasar por las cuatro capas, la capa límite o boundary layer, las estomas, los espacios aéreos y la fase líquida del interior de la hoja. El área foliar y la velocidad del viento disminuye la resistencia (Fisiología vegetal Centro de información, 2008).

2.2.6.3. Factores que influyen en la asimilación de CO₂

2.2.6.3.1. Influencia de la humedad en la apertura de las estomas

La fotosíntesis, que se produce a través de los poros de las hojas (las estomas), depende de la temperatura, la condición de luz, el suministro de nutrientes y agua (Weissert et al, 2014). Las estomas deben estar abiertos para que el CO₂ se difunda a través de la fase gaseosa. Como resultado, se pierde agua de habitualmente 240 moléculas de agua, aunque esta puede darse en el rango de 100 a 1000 m. Debido a esto, existen varias formas de disminuir estas pérdidas, como el método de la planta C₄ de concentrar CO₂ en las vainas o el mecanismo de una abertura estomática más pequeña de las plantas CAM las cuales fijan CO₂ por la noche y cierran sus estomas durante el día (Fisiología vegetal Centro de información, 2008).

2.2.6.3.2. Influencia de la luz en la fotosíntesis

Existen plantas, que, por su capacidad de adaptación a la incidencia solar, pueden clasificarse en heliófilas y esciófilas. Las plantas heliófilas (sol); La epidermis, el mesófilo esponjoso y los sistemas vasculares están más desarrollados. Las hojas más gruesas de las plantas de sol poseen mayor contenido de clorofila total y carotenos por unidad de área. Realizan una gran inversión en proteínas del estroma cloro plástico, principalmente rubisco. Este hecho se traduce en una relación clorofila/proteína soluble baja (Fisiología vegetal Centro de información, 2008).

Las plantas esciófilas (sombra)son más delgadas porque poseen menos capas de células del mesófilo en empalizada, células más cortas, y menor peso por unidad de área foliar. Las hojas más finas y con un peso seco relativamente bajo, contienen más clorofilas por unidad de peso fresco o peso seco, en especial clorofila b. Debido a que invierten más nitrógeno en la producción de pigmentos fotosintéticos para la captación de la escasa radiación incidente (Fisiología vegetal Centro de información, 2008).

2.2.6.3.3. Influencia de la temperatura en la fotosíntesis

Existe actividad fotosintética próxima a los 0°C en plantas alpinas, y cercana a los 50 °C en algunas especies de desiertos cálidos. el rango óptimo abarca de 15 a 30 °C para la mayoría de las especies C₃, pero las plantas de sombra y las especies que florecen al principio de la primavera

tienen un rango óptimo entre 10 y 20 °C; las plantas de sol, entre 25 y 35 °C; algunos arbustos de desierto, hasta por encima de 40°C, mientras que muchas plantas C4 siguen fotosintetizando bien a temperaturas superiores a 40 °C (Fisiología vegetal Centro de información, 2008).

2.2.6.4. Radiación fotosintéticamente activa (RAF)

Esta radiación es absorbida, almacenada y transformada por medio de la fotosíntesis para promover el crecimiento y desarrollo de las mismas (Durán et al, 2015 citado en Sánchez et al., 2020)

Los valores de PAR son importantes como parámetro de entrada de energía para diversos procesos biológicos y su evaluación temporal tiene particular interés en el seguimiento y crecimiento de cultivos (Righiniet al, 2005 citado en Sánchez et al., 2020).

2.2.6.5. Sistema de intercambio de gases: LI-6800

El Licor 6800 nos puede ayudar a interpretar la fotosíntesis de una planta, como un proceso en el intercambio de gases por lo que los parámetros de la fotosíntesis y la transpiración dependen de la diferencia entre CO₂ y H₂O (Licor, 2016) y también con el fluómetro podemos ver la fluorescencia de la clorofila de la hoja central y ambos son procesos químicos que ocurren debido a la fotoquímica.

El intercambio de gases se lleva a cabo a través de los estomas, cuya conductancia de gases se controla por cambios en la turgencia de las células oclusivas y responde a diversos factores ambientales, entre los que destacan la luz, humedad y concentración de CO₂ (Assmann y Gershenson, 1991 citado en Damián Nava et al., 2009).



Figura 4

Consola y la cabeza sensora del equipo Licor-6800

Nota Manual del Licor (2020)

2.2.6.5.1. Partes del equipo LI-6800

2.2.6.5.1.1. Consola

La consola ofrece el sistema operativo, la intePARz de usuario, el aire acondicionado y el registro de datos. A la consola se debe acoplar el cartucho de CO₂, columna de lavado de CO₂ que contendrá Soda Line, la columna del humidificador trabajará con Agua Destilada y la columna de secante con Diorita. Estas columnas son las responsables de acondicionar las concentraciones de CO₂ y vapor de agua que se especifique. (Li-cor, 2016).



Figura 5

Parte lateral de la consola de Li-6800Manual del Licor (2020)

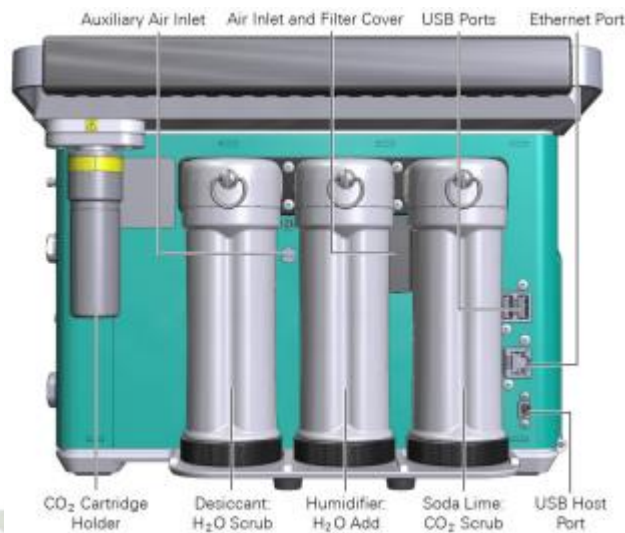


Figura 6

Vista delantera de la consola de Li-6800

Manual del Licor, (2020)

2.2.6.5.1.2.Cabezal / Sensor:

Conforman el cabezal del sensor, un analizador de gas de muestra y de referencia, una manija y pestillo, un enfriador termoeléctrico Peltier, un sistema de válvulas y una cámara de hojas (Li-cor, 2016).



Figura 7

Parte lateral de la cabeza sensora (Manual del Licor, 2020)

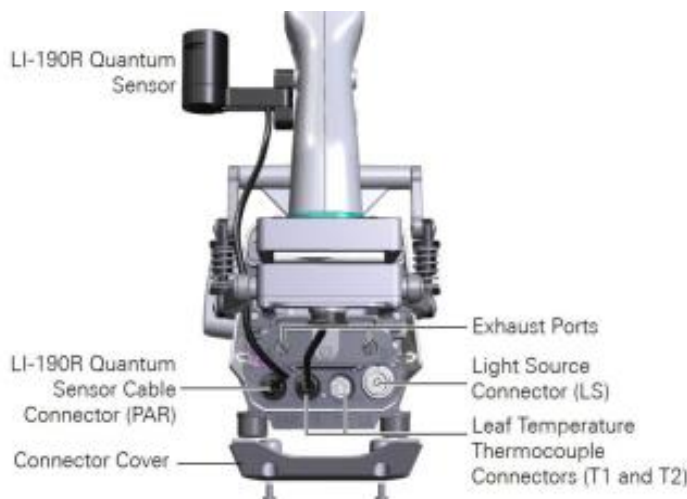


Figura 8

Conectores en la parte frontal de la cabeza. Manual del Licor (2020)

2.2.6.5.1.3. Cámara:

Es una cámara combinada que detecta la fluorescencia de una hoja utilizando una fuente de luz inductora. Tiene una apertura para la hoja de 6 cm² o 2 cm² (Li-cor, 2016).

2.2.6.5.2. Importancia del equipo LI-6800

El LI-6800 difiere de los sistemas de fotosíntesis convencionales por muchas razones, las siguientes son las principales variaciones; primero, están los analizadores de gases que se ubican en la cabeza, están a lado de la cámara de la hoja; en segundo lugar, la corriente de aire, que se divide para que pueda fluir a través de los analizadores de gas de muestra y de referencia, se divide en el cabezal del sensor en lugar de en la consola. Esto significa que el aire acondicionado no fluye a través de dos tubos diferentes hasta la cabeza.; en tercer lugar, el sistema puede adaptarse a caudales razonablemente altos, por lo que puede purgar rápidamente el aire de la cámara. Esto da confiabilidad a los resultados ya que el equipo capta rápidamente los cambios en la hoja, como detectar si se abren o cierran los estomas por la caída de vapor de agua y permite un ajuste correspondiente. Así mismo, una variación de la luz se traducirá en un cambio en la concentración de CO₂. De esta forma es sencillo mantener concentraciones constantes de gas durante todas las mediciones (Li-cor, 2016).

Además, el dispositivo mide la absorción de dióxido de carbono (CO₂) y la transpiración de la hoja (H₂O) con análisis de gas infrarrojo preciso, posee

parámetros de medición adicionales tal como la temperatura de la capa, que permite que el dispositivo analice otros parámetros físicos como la conductividad estomática y la concentración de CO₂ intracelular (Li-cor, 2016).

Además, el LI-6800 mide el intercambio simultáneo de gases a nivel de la hoja y la fluorescencia de la clorofila sobre la misma, en otras palabras, brinda información de las reacciones de fotosíntesis en las que intervienen la luz y el carbono. El rendimiento de las reacciones luminosas de la fotosíntesis es demostrado por la reemisión de fotones por la clorofila o el rendimiento de fluorescencia (Li-cor, 2016).

2.2.7. Especies nativas e introducidas

2.2.7.1. Especies Nativas

Las especies nativas son aquellas de origen natural en un territorio determinado por condiciones ambientales tales como el clima y el tipo de ecosistema, estas especies son de gran relevancia para el correcto funcionamiento de un ecosistema pues este depende de su abundancia y estabilidad, así como de las relaciones interespecíficas positivas con las demás especies nativas (Fernández, 2021).

2.2.7.1.1. Taxonomía de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* (Cahuato)

- ❖ **Familia:** Bignoniaceae
- ❖ **Origen:** Arbusto endémico de Arequipa
- ❖ **Descripción:** Arbusto con ramas altísimas y arqueadas. Produce hojas pequeñas, lanceoladas y de color verde claro. Flores tubulares anaranjadas que se disponen en diminutos racimos terminales. Frutos en pequeñas legumbres (Montesinos, 2012).
- ❖ **Forestal:** Posibilidad de convertirse en un componente del ecosistema árido de Arequipa, que debe multiplicarse y diversificarse para jardines, parques e incluso avenidas. Para su crecimiento, necesita ayuda (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Los esquejes se utilizan para la propagación, que se realiza en suelo húmedo de arcilla arenosa. De acuerdo con las mismas

pautas que los esquejes, se recomienda sembrar a partir de semillas (Montesinos, 2012).

- ❖ **Observaciones:** En las laderas y quebradas del volcán Pichu-Pichu aún crecen algunos ejemplares silvestres. Los colibríes usan las flores como sitios de polinización (Montesinos, 2012).

2.2.7.1.2. Taxonomía de la especie *Polylepis rugulosa* (Queñua)

- ❖ **Familia:** Rosaceae
- ❖ **Origen:** El género *Polylepis* incluye varias especies distribuidas a lo largo de los Andes. Perú cuenta con 23 especies, 5 de las cuales son endémicas y 2 especies fueron reportadas para la provincia de Arequipa.
- ❖ **Descripción:** Árbol de hoja perenne (4-15 metros de altura), densamente ramificado, tronco grueso, hojas pequeñas y duras, flor pequeña. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Forestal:** Se considera que tiene un gran potencial para la replantación para mejorar el medio ambiente. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Propagación por semillas (crecimiento lento, baja germinación). La propagación por esquejes es buena para el 75-80% de la cosecha; Se deben utilizar brotes terminales con brotes nuevos, dejar en agua durante un día y luego sembrar en un sustrato rico en materia orgánica. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** Actualmente se cultiva Queñua en algunos parques de la ciudad. (Montesinos, 2012).

2.2.7.1.3. Taxonomía de la especie *Schinus Molle* (Molle serrano)

- ❖ **Familia:** Anacardiaceae
- ❖ **Origen:** Originario de los Andes de Bolivia y Perú, ahora se cultiva en toda América del Sur.
- ❖ **Descripción:** Árbol perennifolio, de 10-40 metros de altura, de tallo ancho, hojas aquilladas (contiene muchas hojas pequeñas). Las flores son blancas con pétalos rojos. La planta produce ramas gruesas y crece rápidamente (Montesinos, 2012).

- ❖ **Forestal:** Por sus cualidades forestales como la asimilación del suelo, la prevención de la erosión, la resistencia a la sequía y los suelos salinos o alcalinos, se considera una especie con un alto potencial. Sirve como cortavientos y es una gran opción para plantar avenidas, parques y zonas áridas (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Si usa semillas, crece rápidamente; si utiliza esquejes, crece más lentamente. adecuado para todo tipo de suelos. No se necesita mucho riego (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** Todas las partes de la planta tienen diversas aplicaciones en medicina, alimentación y carpintería (Montesinos, 2012).

2.2.7.1.4. Taxonomía de la especie *Buddleja coriácea* (Qolle)

- ❖ **Familia:** Anacardiaceae
- ❖ **Origen:** Originario de los Andes de Bolivia y Perú, ahora se cultiva en toda América del Sur.
- ❖ **Descripción:** Árbol perennifolio, de 10-40 metros de altura, de tallo ancho, hojas aquilladas (contiene muchas hojas pequeñas). Las flores son blancas con pétalos rojos. La planta produce ramas gruesas y crece rápidamente (Montesinos, 2012).
- ❖ **Forestal:** Por sus cualidades forestales como la asimilación del suelo, la prevención de la erosión, la resistencia a la sequía y los suelos salinos o alcalinos, se considera una especie con un alto potencial. Sirve como cortavientos y es una gran opción para plantar avenidas, parques y zonas áridas (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Si usa semillas, crece rápidamente; si utiliza esquejes, crece más lentamente. adecuado para todo tipo de suelos. No se necesita mucho riego (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** Todas las partes de la planta tienen diversas aplicaciones en medicina, alimentación y carpintería (Montesinos, 2012).

2.2.7.1.5. Taxonomía de la especie *Neltuma calderensis* (Yara)

- ❖ **Familia:** Fabaceae (Leguminosas)
- ❖ **Origen:** Sudamérica
- ❖ **Descripción:** Es un árbol de 5 a 10 m de alto, hojas verdes todas las épocas de año, tiene espinas en sus ramas, sus flores y frutos son de color verde amarillento. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Forestal:** Es una planta de sombra, usado como fijador del suelo por lo que puede adaptarse a lugares secos y que tienen presencia de sequía, además puede controlar la erosión del suelo, por lo tanto tienen potencial para la reforestación. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Se propaga por semillas o estacas, crece rápidamente (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** Tiene presencia en matorrales secos de Arequipa (Montesinos, 2012).

2.2.7.2. Especies Exóticas o introducidas

Las especies introducidas son aquellas que a través de la intervención humana han sido transportadas voluntaria o involuntariamente a un área que no corresponde a su área de origen natural (Carvalho, 2009 citado en Morales, 2021).

2.2.7.2.1. Taxonomía de la especie *Populus deltoides* (Álamo grande)

- ❖ **Familia:** Salicaceae
- ❖ **Origen:** Es originario de América del Norte y se cultiva en muchos países del mundo.
- ❖ **Descripción:** El árbol de hoja perenne mide 20-40 metros de alto y 15-30 metros de ancho, tiene un tronco fuerte. Se pueden encontrar pequeñas flores y una densa masa de hojas deltoideas (Montesinos, 2012).
- ❖ **Forestal:** Esta especie necesita un lugar con mucha luz solar y agua. Una excelente alternativa a las avenidas y parques (Montesinos, 2012)
- ❖ **Cultivo:** Reproducción basada en esquejes, requiere un enraizador (Montesinos, 2012).

- ❖ **Observaciones:** Esta planta puede vivir de 70 a 200 años. Sus hojas y ramas producen una resina que puede adherirse al borde de las veredas (Montesinos, 2012). Taxonomía de la especie *Neltuma calderensis* (Yara, Huarango, Algarrobo andino)

2.2.7.2.2. Taxonomía de la especie *Myoporum laetum* (Mioporo)

- ❖ **Familia:** Myoporaceae
- ❖ **Origen:** Australia y Nueva Zelanda
- ❖ **Descripción:** Un pequeño árbol o arbusto de hoja perenne con ramas fuertes de 4 a 6 metros de altura y menos de 5 metros de altura. Gruesas hojas lanceoladas-ovaladas, de color verde oscuro y lustrosas, pequeñas flores blancas se disponen sobre ramitas; El fruto es pequeño, redondo y de color oscuro (Montesinos, 2012).
- ❖ **Forestal:** En Arequipa se ha incrementado su cultivo como forestal. Tiene un gran potencial debido a una variedad de factores, incluida su adaptabilidad a suelos pobres en nutrientes, ácidos o salinos, o con escasez de agua. También es resistente a la contaminación, siempre verde, y de hojas gruesas que pueden absorber partículas contaminantes (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Se cultiva a partir de semillas o esquejes y crece rápidamente (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** Su hábitat natural es el matorral seco cercano a Arequipa (Montesinos, 2012).

2.2.7.2.3. Taxonomía de la especie *Acacia saligna* (Mimosa)

- ❖ **Familia:** Fabaceae
- ❖ **Origen:** El árbol es originario de Australia y se cultiva en países tropicales.
- ❖ **Descripción:** Tiene densas ramas y hojas, suele crecer de 6 a 10 metros de altura y de 5 a 8 metros de ancho. Las hojas son alternas, simples, lanceoladas, de color verde azulado. Las flores están dispuestas en densos racimos de color amarillo pálido. Los frutos son

largos y estrechos con 6-10 semillas de color marrón oscuro. (Montesinos, 2012).

- ❖ **Forestal:** Cultivada como especie forestal, especialmente en terrenos erosionados; es conocida como una especie fitoremediadora y ornamental. Es adecuado para zonas con sequía y suelos bajos en nutrientes. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Es vigoroso, crece hasta 1 metro por año, Adaptable a la salinidad de suelos arenosos y de poca demanda de agua. Se puede cultivar por semillas hasta plántulas y se trasplantan al suelo final después de 4 a 6 meses. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** En los matorrales secos cerca de Arequipa es donde puedes encontrarlo en su hábitat natural (Montesinos, 2012).

2.2.7.2.4. Taxonomía de la especie *Morus Nigra* (Mora)

- ❖ **Familia:** Moraceae
- ❖ **Origen:** Originario del suroeste de Asia e introducido en países de todo el mundo.
- ❖ **Descripción:** Árbol perennifolio, de 3-10m de alto, 2-8m de ancho. Hojas alternas de color verde claro en forma de corazón. Pequeñas flores blancas y frutas rojas. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Forestal:** Se ha introducido en calles y parques; es sensible a la contaminación excesiva y con mínima capacidad de filtrar la polución. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Por semillas o estacas. Requiere de humedad en el suelo. (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** Recomendable para ornamentar parques (Montesinos, 2012).

2.2.7.2.5. Taxonomía de la especie *Fraxinus americana* (Fresno)

- ❖ **Familia:** Oleaceae
- ❖ **Origen:** Norteamérica
- ❖ **Descripción:** Árbol de tamaño mediano (altura 10-30 metros y ancho 10-20 metros), perennifolio. Las ramas del árbol tienen hojas

lanceoladas y de forma densa, flores amarillas y frutos dispuestos en gruesas espigas (Montesinos, 2012).

- ❖ **Forestal:** El Fresno es una especie que tiene potencial para ser utilizada en la forestación de áreas urbanas; los árboles se pueden plantar muy juntos, especialmente en los parques. Es preferible sembrar árboles en parques y en calles y avenidas poco transitadas debido a la intolerancia de Fresno a la polución excesiva (Montesinos, 2012).
- ❖ **Cultivo:** Se puede sembrar usando semillas o esquejes. Requiere de suelos húmedos (Montesinos, 2012).
- ❖ **Observaciones:** Se recomienda su uso particularmente para ornamentar parques (Montesinos, 2012).

2.2.8. Asimilación de carbono

La investigación sobre asimilación de carbono realizada por sistemas naturales se encuentra relacionada con el estudio del valor de las funciones ecológicas de los ecosistemas, según diversos estudios, la asimilación y almacenamiento del Carbono consiste en el proceso de separación del dióxido de carbono emitido por actividades humanas y diversos procesos de combustión y su transporte a un lugar de almacenamiento para aislarlo de la atmósfera a largo plazo (Vargas y Yáñez, sAÑO). Estos mecanismos también consideran a los bosques como ecosistemas y no como árboles aislados, reconociendo el hecho de que el suelo del bosque contiene alrededor de dos tercios del carbono en los ecosistemas forestales (Dixon et al. 1994 citado en Vargas y Yáñez AÑO). En resumen, los sumideros de carbono a nivel terrestre hacen referencia al carbono contenido en los ecosistemas forestales que comprende la vegetación viva, materia orgánica en descomposición y suelo, así como sus productos maderables y no maderables, combustibles fósiles no usados, entre otros (Vargas y Yáñez, AÑO).

2.3. Marco Legal

Se presentan las leyes y normas que rigen la presente investigación.

2.3.1. Constitución Política del Perú

Conforme a la Constitución Política del Perú, en el artículo 2º inciso 22 se establece que “Es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida”.

2.3.2. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente

Conforme al artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, se dispone que “Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país” (MINAM, 2017).

2.3.3. Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM

Mediante el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM con título “Aprueban estándares nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias” se aprueba y establecen los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire, siendo de aplicación obligatorio para el diseño de normativas e instrumentos de gestión ambiental y políticas públicas en materia ambiental, los cuales son objeto de fiscalización por el titular de las actividades productivas, extractivas y de servicios de acuerdo a los lineamientos aprobados por el Ministerio del Ambiente, en coordinación con el Ministerio de Salud (MINAM, 2017).

2.3.4. Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM

Conforme a la Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM se establece conforme a su artículo 1 el Índice de Calidad del Aire, así como la creación del Sistema de Información de Calidad del Aire – INFO AIRE PERÚ, como parte del Sistema Nacional de Información Ambiental – SINIA, consolidando y difundiendo la información de calidad del aire que producen las instituciones

públicas y privadas a través de mecanismos directos o registros históricos (MINAM, 2016). La Resolución Directoral N° 1424-2005-DIGESA-SA, Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de los Datos tiene como objetivo la vigilancia de calidad ambiental mediante la aplicación de estrategias nacionales con fines de protección a la salud y del entorno natural. Este protocolo se basa en la determinación de concentraciones de contaminantes y sus impactos negativos, el cumplimiento de los ECA del aire, la aplicación del reglamento de los niveles de estados de alerta y validar los inventarios de emisiones y modelos de dispersión de los contaminantes (DIGESA, 2005).

2.3.5. Ley N° 30754 Marco sobre Cambio Climático

La ley N° 30754 Ley Marco sobre Cambio Climático tiene por objeto establecer los principios y disposiciones generales para coordinar, articular, diseñar, reportar, monitorear, evaluar y difundir las políticas públicas para la gestión integral, participativa y transparente de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, a fin de reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, aprovechar las oportunidades del crecimiento bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el estado, en el capítulo V, artículo 19 de Investigación, tecnología e innovación se promueve la investigación científica a través de los centros de educación, con un enfoque intercultural, de la misma manera, las entidades públicas competentes deben generar y gestionar el conocimiento en materia del cambio climático y conservación de la biodiversidad (Ley 30754 de 2018).

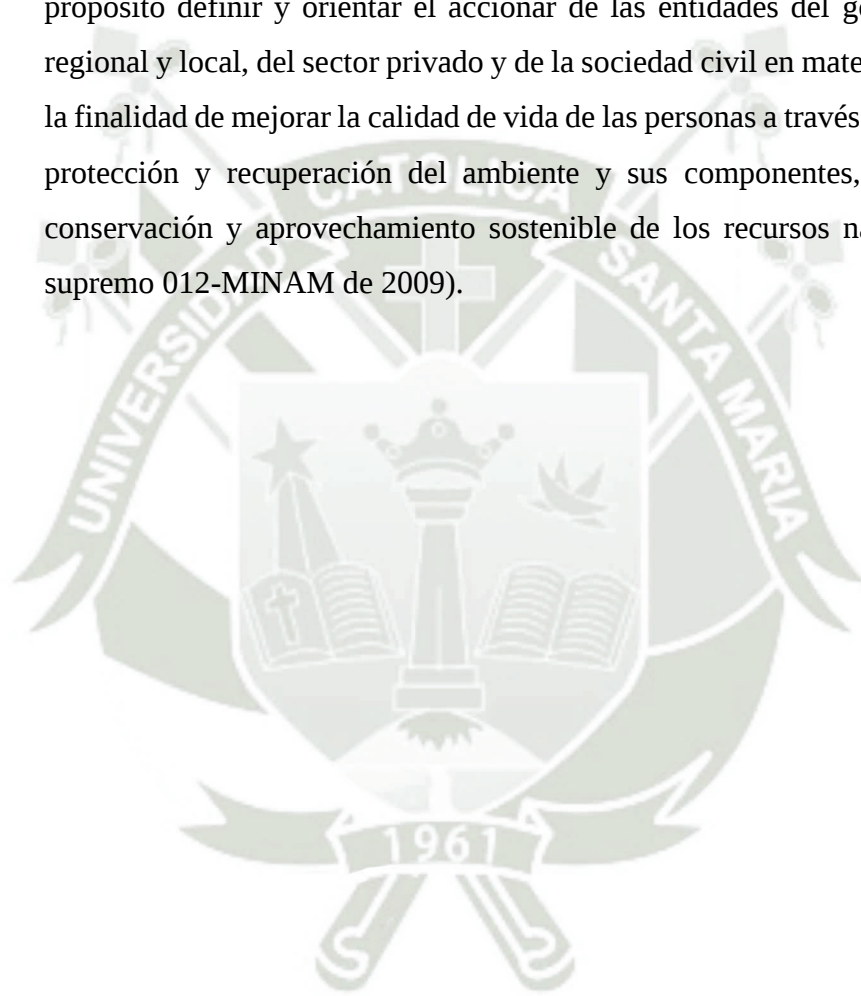
2.3.6. Ley 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental

La Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental tiene por objeto asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales indicado en el artículo cinco de los Principios de la gestión ambiental donde se hace referencia a la promoción y apoyo a las iniciativas voluntarias dirigidas a la prevención de la contaminación y en el artículo seis de los instrumentos de gestión y planificación ambiental contempla la elaboración de propuestas en materia de investigación y educación ambiental, así como el establecimiento de propuestas para la creación

y fortalecimiento de los medios, instrumentos y metodologías necesarias para inventariar y valorizar el patrimonio natural de la nación (Ley 28245 de 2004).

2.3.7. DS N°012-2009-MINAM Política Nacional del Ambiente

La política nacional del ambiente es el conjunto de lineamientos, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos de carácter público, que tiene como propósito definir y orientar el accionar de las entidades del gobierno nacional, regional y local, del sector privado y de la sociedad civil en materia ambiental con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas a través de la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, así como de la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Decreto supremo 012-MINAM de 2009).





CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de investigación.

Investigación es de tipo no experimental, este tipo de investigación no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

El nivel de investigación es descriptivo, referencia hechos en una circunstancia temporal y geográfica determinada. Su finalidad es describir y/o estimar parámetros. Se describen frecuencias y/o promedios; y se estiman parámetros con intervalos de confianza.

3.2. Diseño de investigación

El diseño que presenta el proyecto es no experimental para lo cual se empleó el método factorial con tres replicas para determinar valores óptimos de las variables intervinientes en el proceso de asimilación de CO₂

3.3. Diseño de la investigación

Se aplicará un diseño completamente randomizado simple.

3.3.1. Campo experimental

La presente investigación se llevó a cabo en tres lugares, el primero consiste en las instalaciones del vivero de Uchumayo en el distrito de Congata, ubicado a 10 km al Sur - Este de la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa – Perú, el sitio tiene una altura de 2113 msnm, la biotemperatura media anual varía entre 12°C y 18°C y un promedio de precipitación total por año variable entre 31.25 y 62.50 milímetros, donde se realizó las mediciones usando los equipos Li-6800 y la Bomba Scholander de las especies forestales empleadas para la investigación.

El segundo lugar consiste en el laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal del Departamento Académico de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA), donde se realizaron los análisis taxonómicos.

Tabla 2.

Ubicación del área de estudio


UBICACIÓN: Vivero de Uchumayo - Congata

Latitud	Longitud
-16.445388	-71.620785

3.3.2. Determinación taxonómica:

Para la determinación taxonómica se contará con diez muestras de 30 cm de longitud de las especies forestales evaluadas Anexo 3, las cuales serán prensadas (Figura 9).

3.3.3. Determinación de condiciones de desarrollo:

Para la determinación de las condiciones de desarrollo se contemplará la germinación, sustrato, origen de las especies, edad fenológica, potencial hídrico y condiciones climáticas.

3.3.4. Medición de la asimilación de CO₂:

Para la medición de la asimilación de CO₂, se utilizarán diez especies forestales de dos edades diferentes, tres individuos por especie, cinco repeticiones por día, haciendo un total de 300 muestreos realizados por día.

3.3.5. Medición del potencial hídrico:

Se determinará el potencial hídrico, se utilizaron diez especies forestales de dos edades diferentes, tres individuos por especie, mediciones a mediodía, haciendo un total de 60 muestreos realizados por día.

3.4. Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza univariado (ANOVA), la comparación de medias mediante la prueba de Duncan y la Correlación de Pearson, usando el paquete estadístico SPSS versión 21.0.

3.5. Unidad experimental

3.5.1. Determinación taxonómica:

Diez muestras, una por cada especie forestal.

3.5.2. Determinación de condiciones de desarrollo:

Tres kilogramos de sustrato y 60 muestras para potencial hídrico.

3.5.3. Medición de la asimilación de CO₂:

03 individuos forestales de edades diferentes de cada especie, 05 repeticiones por día, haciendo un total de 300 muestreos realizados por día.

3.5.4. Medición del potencial hídrico:

Diez especies forestales de dos edades diferentes, tres individuos por especie, mediciones a mediodía, haciendo un total de 60 muestreos realizados por día.

3.5.5. Métodos de investigación

3.5.5.1. Determinación taxonómica de las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

Según el Protocolo para la Herborización, Colección y Preservado de ejemplares Botánicos del Organismo de Supervisión de Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR, 2013), la determinación taxonómica de las diez especies forestales evaluadas (*Tecoma fulva subsp. arequipensis* “Cahuato”; *Polylepis rugulosa* “Queñua”; *Schinus Molle* “Molle serrano”; *Buddleja coriácea* “Qolle”; *Neltuma calderensis* “Yara”; *Populus deltoides* “Álamo”; *Myoporum laetum* “Mioporo”; *Acacia saligna* “Acacia mimosa”; *Morus nigra* “Mora”; *Fraxinus americana* “Fresno”), se llevó a cabo en tres etapas:

A. Colección y pre codificación de las muestras.

Se colectaron tres muestras de rama del mismo ejemplar con un tamaño aproximado de 30 - 40 cm, las cuales presentaron en su mayoría hojas, flores y fruto en buen estado para su reconocimiento. Estas muestras se empaquetaron y etiquetaron con una codificación específica.

B. Registro de datos de campo.

Los datos de campo que se registraron fueron: Lugar y fecha de recolección de muestras, nombre del muestreador, código de muestra y hora de muestreo.

C. Transporte de muestras y determinación taxonómica.

Las muestras debidamente empaquetadas y prensada **Figura 9**, etiquetadas y codificadas se llevaron a un herbario “Herbarium Arequipense (HUSA) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa” para su evaluación y determinación taxonómica (Anexo 1).

Es relevante mencionar que se ha implementado protección contra la exposición excesiva a la luz solar mediante el uso de mallas Raschell, evidenciando una consideración cuidadosa de los factores ambientales en el manejo de las plantas en el vivero. Estas observaciones subrayan la importancia de comprender y evaluar la respuesta de las especies forestales a las condiciones de cultivo, lo que puede generar información valiosa para su gestión y conservación tanto en entornos controlados como en su hábitat natural (Huaco, 2019).



Figura 9. Prensa para transporte de muestras al laboratorio para la determinación taxonómica de las especies de plantas producidas en el el vivero de Cerro Verde.

3.5.5.2. Análisis completo de suelo

El análisis de suelos es una herramienta que se utiliza como referencia para el manejo de la fertilidad, ya sea para determinar deficiencias y necesidades de fertilización, así como para monitorear la evolución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo. El análisis permite un uso correcto tanto de fertilizantes químicos y orgánicos como de enmiendas (FAO, 2007).

Este análisis se realizó al inicio para determinar el carbono presente en el suelo. Las muestras de suelo se obtuvieron en el momento de la preparación del sustrato. Se secaron al aire libre, bajo techo en bandejas debidamente codificadas, para luego ser tamizadas con mallas de 2 mm de espesor, hasta obtener un suelo uniforme libre de piedras y gránulos. Las muestras correctamente identificadas fueron enviadas al laboratorio de análisis de suelo para la cuantificación de C total (Cuellar & Salazar. 2016).

La cantidad que se envió al laboratorio fue de aproximadamente de 3 kg de muestra para que sea representativa, esta se empacó en una bolsa con cierre hermético y fue enviada lo antes posible al laboratorio (**Anexo 2**).

3.5.5.2.1. Metodología de análisis de los parámetros físico químicos y microbiológicos.

A continuación, en la Tabla 3, se observan las diferentes metodologías utilizadas por el laboratorio para los parámetros físico-químicos.

Tabla 1. Referencia de los métodos de ensayo

Clase textural				
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LDM	LCM	UNIDAD
Arcilla	Official Mexican Standard. NOM-021-RECNAT-2000, AS-09 (Validated - Modified).	0.00	0.00	%
Arena				
Clase Textura				
Limo				
Caracterización Físico – Química				
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LDM	LCM	UNIDAD
pH (Extracto 1:1) en Suelos	MVAL-AGR-001	0.00	0.01	Unidad de Ph
Conductividad Eléctrica (Extracto 1:1) en Suelos	MVAL-AGR-002.	0.00	0.01	dS/m

Carbonatos	Official Mexican Standard, NOM-021-RECNAT-2000, AS-29. (Validated - Applied out of reach).	0.30	0.50	%
Materia Orgánica	Official Mexican NORMA NOM-021-RECNAT-2000	0.10	0.20	%
Nitrógeno Total	ISO 16634-2: 2016 (Validated - Modified)	50.00	150.00	mg/Kg
Fósforo Disponible Olsen	Official Mexican Standard, NOM-021-RECNAT-2000, AS-10. (Validated - Applied out of reach)	2.00	6.00	mg/Kg
Potasio Disponible	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Item 4.6.3	10.00	30.00	ppm
Relación C/N en Suelos	Calculado			no unidad
Bases Cambiables				
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LDM	LCM	UNIDAD
Calcio Disponible	Official Mexican Standard, NOM-021-RECNAT-2000, AS-12 (Validated - Modified)	0.03	0.10	meq/100g
Magnesio Disponible		0.01	0.03	
Potasio Disponible		0.01	0.03	
Sodio Disponible		0.01	0.03	
Bases Disponibles				
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LDM	LCM	UNIDAD
Calcio Cambiable	Official Mexican Standard, NOM-021-RECNAT-2000, AS-12 (Validated - Modified).	0.03	0.10	meq/100g
Magnesio Cambiable		0.01	0.03	
Potasio Cambiable		0.01	0.03	
Sodio Cambiable		0.01	0.03	
Capacidad de Intercambio de Cationes Cambiables				
ANÁLISIS	METODOLOGÍA	LDM	LCM	UNIDAD
Capacidad de Intercambio Catiónico	Manual de Procedimientos de Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Item 4.6.2	0.20	0.50	meq/100g

3.5.5.3. Medición del potencial hídrico

La medición del potencial hídrico se realizó utilizando la Bomba Scholander, para lo cual se eligieron tres individuos de cada especie, las mediciones se realizaron en el horario máximo solar (11:30 a. m. a 2:30 p. m., que permitió registrar datos de stress hídrico (Huaco, 2019, **Anexo 3**).

Hsiao (1973) mencionado por (Tambussi, 2004), definió tres grados de estrés hídrico; una medida de lo hidratada que se encuentra una planta, para lo cual las hojas de plantas bien regadas tienen valores de orden de -0.2 a -1.0 MPa, mientras que las plantas con estrés moderado, disminución del potencial

hídrico que está entre los valores -1.2 a -1.5 MPa y un estrés severo, es considerado como una disminución del potencial hídrico mayor a 15 bares (-1.5 MPa).

A. Localizar el equipo en un ambiente adecuado para su manipulación

Para su instalación y ensamblaje el equipo se manipuló en un ambiente al aire libre y en una superficie plana y nivelada.

B. Cubrir cada hoja con papel aluminio

Las hojas fueron cubiertas con papel aluminio por 90 minutos, logrando un equilibrio entre el potencial hídrico de planta con el de la hoja.



Figura 10. Recubrimiento de hojas de las especies forestales con aluminio para medir el potencial hídrico

C. Conectar la manguera de llenado

Para conectar la manguera de llenado se aseguró que la válvula del tanque estuviera cerrada y enroscar firmemente. La presión máxima del tanque fue de 207 bar.

D. Procedimientos para presurizar la manguera y el tanque

Se aseguró que la manguera estuviera presurizada, luego se descargó la presión abriendo la válvula de alivio de la manguera. Se alineó el conector macho de la manguera al conector hembra de la cámara de presión; además, se observó que la válvula de control que se encuentra en la cámara de presión, la válvula de purga que se ubica en la manguera y la válvula

del tanque estuvieran cerradas. Finalmente se sostuvo la manguera y la válvula de tanque y se presurizó lentamente.

E. Encender y presurizar la cámara de presión

Se presionó el icono de encendido, luego se retiró la tapa de la cámara y se colocó el tapón. Para colocar la tapa se presionó hacia abajo y se giró en sentido horario, una de las 4 levas debe estar sobre el pistón. Luego se giró en sentido antihorario para que la leva ya no este sobre el pistón.

La válvula de control se colocó en dirección a la opción “cámara” para iniciar la presurización. Finalmente, el pistón saltó antes de que la presión supere los 2 bar.

F. Procedimiento para realizar la medición

La hoja se cortó en el extremo del peciolo, luego se insertó este por el orificio de la parte inferior de la tapa de la cámara, se giró en sentido horario el tornillo de compresión para asegurar la muestra y se colocó la tapa en la parte superior de la cámara para girarla a tope.

La válvula de control se giró lentamente, para presurizar la cámara; la válvula de dosificación se ajustó para manipular la tasa de presurización. El flujo hacia la cámara no se cerró desde la válvula de caudal.

Cuando el agua de la xilema del peciolo cortado salió, se giró inmediatamente la válvula de control a “apagado”. Finalmente se registró la lectura de presión en el manómetro.

G. Desensamblaje del equipo

Se despresurizó la cámara, girando la válvula de control a “escape”, se cerró la válvula del tanque (gire sentido horario), se giró la válvula de purga en sentido antihorario para despresurizar la manguera y finalmente se revisó que el manómetro estuviera en cero y se apagó.

3.5.5.4. Medición de la asimilación de dióxido de carbono y Radiación Fotosintéticamente activa (PAR) utilizando el equipo Li 6800 de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de la Sociedad Minera Cerro Verde.

3.5.5.4.1. Determinación de los horarios e individuos de muestreo

Para una óptima medición de la actividad fotosintética realizada por las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde, se consideró el rango de horarios de incidencia solar es decir de 8:00 hrs. hasta las 16:00 hrs. con intervalos de muestreo de dos hrs., haciendo un total de cinco muestreos por día (Morales, 2021). Así mismo, se realizaron mediciones en tres individuos por especie, los cuales estaban ubicados en una zona con incidencia solar, contaban con hojas en buen estado y tuvieron un riego adecuado.

3.5.5.4.2. Configuración y prueba de calentamiento de la consola del Li-6800

El equipo Li-6800 cuenta con tres columnas funcionales, que contienen sustancias importantes para su funcionamiento; las cuales son drierita, agua destilada y soda lime, así como una cápsula concentrada de CO₂. Estas columnas son las responsables de acondicionar las concentraciones de CO₂ y vapor de agua que se especifique a las mediciones (Li-cor, 2016).

La consola se configuró antes de las mediciones:

A. Configuración de la pestaña “Comienzo” (Start Up):

Donde se encuentran las opciones:

- **Ajuste de la cámara (Chamber Setup):** Aquí se estableció el área de abertura, en este caso fue de 2cm debido a que el área foliar de las especies en estudio era pequeña, así mismo se seleccionó solo la fuente de luz, ya que no se utilizó fluorómetro multifásico. Así mismo se mostraron los detalles de la cámara y un botón (*Load factory*) para volver a los valores predeterminados de fábrica.

- **Configuración** (*Configuration*): En esta opción se creó una carpeta para guardar los datos.
- **Conexiones** (*Connections*): En esta opción se muestran los dispositivos conectados; el cable de internet, la cámara, entre otros.
- **Prueba en el sistema de calentamiento** (*Warmup and system test*): Se realizaron siempre antes de iniciar las mediciones ya que su función es identificar los problemas y dura 15 mins.
- **Calibraciones** (*Calibrations*): Se muestran los 08 elementos predeterminados para la calibración.
- **Diccionario de datos** (*Data dictionary*): Se muestran para todas las variables su etiqueta, grupo, nombre, la unidad, descripción y fuente de datos.
- **Ajustes** (*Settings*): Permite configurar el brillo de la pantalla, nivel de volumen y la fecha y hora. Así mismo, permite rotar la pantalla, probar que la pantalla esté bien.
- **Modo de espera y apagado** (*Standby and power off*): Con el comando “stand by” en equipo apagará los controles ambientales y las fuentes de luz, si se enciende el flujo de CO₂, H₂O, ventilador o temperatura se restablecerá la pantalla. Con sleep, se apagarán los controles, analizadores de gas, los IRGAS, temperatura, ventiladores pero no se desahabilitará el ahorrador de controles químicos.

B. Configuración de la pestaña “Ambiental” (*The environmental*):

Se configurará:

- **El flujo de aire** (*flow*): Se observó el divisor de flujo que ingresa al cabezal del sensor en 2 caminos tanto la cámara foliar y analizador de gas muestra como el analizador de referencia, se ajustó a una presión de 0 Kpa para que no haya fuga de aire y el flujo de aire (*flow*) a 500 $\mu\text{mol/s}^{-1}$,
- **El vapor de agua** (*RH air*): Se configuró a 55%, el cual tiene la función de prevenir la condensación en la cámara.

- **El CO₂:** Tanto el CO_{2_r} (reference) y el CO_{2_s} (sample) estuvieron alineados a 400 $\mu\text{mol/s}^{-1}$
- **La velocidad del ventilador (*fan*):** Controla la conductancia de la capa límite, la cual se quiso la mayor posible para una mejor estimación de la conductancia de las estomas por tanto se configuró el speed a 10000 rpm.
- **La temperatura (*temperature*):** Fue ajustada a 25°C
- **Luz que ingresa a la hoja (*light*):** Se configuró según la cantidad de luz que llega a la cámara, este valor podrá llegar hasta 16000 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
- **En la pestaña mediciones (*measurements*):** Se observó el CO_{2_s} y el CO_{2_r}, el valor de agua, el flujo de aire (*flow*),
- **En registro (*Log Setup*):** Para comprobar una buena configuración del Flow se revisó la $\Delta\text{CO}_2 > -5$ y por último la luz que llega a la cámara.

3.5.5.4.3. Medición con el equipo Licor 6800

Se realizaron las pruebas de evaluación dentro de la zona de estudio en dos temporadas, temporada húmeda durante el mes de febrero y temporada seca, en mayo, utilizando tres individuos de cada especie.

Para iniciar con las mediciones se seleccionó la opción *automatch* o medición automática, se colocó la hoja en la cámara por 50 seg. y se grabó la medición.

Una vez configuradas las pestañas se procedió a hacer la medición. En *tools* se presionó la opción *automach* para iniciar la medición, se colocó la hoja en la cámara por 50 segundos y finalmente se grabó la medición presionando el LOG.

A. Lectura directa con el equipo de fotosíntesis Portátil Li-6800.

El equipo de fotosíntesis portátil Li-6800 se colocó directamente en las hojas de las plántulas en buen estado, teniendo datos inmediatos de: Análisis de CO₂, análisis H₂O, sensor de temperatura del aire, sensor de temperatura de hoja e incidencia solar. **Anexo 3**



CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS

4.1. Resultados de la determinación taxonómica de las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

4.1.1. Determinación de las especies de muestreo

La Tabla 4 muestra las especies que fueron seleccionadas del vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde para ser donadas a las municipalidades de la provincia de Arequipa, las cuales corresponden a 9 familias y 10 especies, 5 nativas y 5 exóticas.

Tabla 2. Identificación y características ecológicas de las especies forestales. Obtenido de: Plan Regional de Reforestación y arborización (2009-2028) rescatado del Instituto Regional de Ciencias Ambientales de la UNAS – IRECA-2003

Nombre común	Nombre científico	Familia	Origen	Partes disponibles en la plántula
Cahuato	<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis</i>	Bignoniaceae	Nativa	Flor, hojas tallo
Queñua	<i>Polylepis rugulosa</i>	Rosaceae	Nativa	Hojas tallo
Molle serrano	<i>Schinus Molle</i>	Anacardiaceae	Nativa	Hojas tallo
Qolle	<i>Buddleja coriácea</i>	Buddlejaceae	Nativa	Hojas tallo
Yara	<i>Neltuma calderensis</i>	Fabaceae	Nativa	Hojas tallo
Álamo	<i>Populus deltoides</i>	Salicaceae	Exótica	Hojas tallo
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>	Myoporaceae	Exótica	Hojas tallo
Acacia mimosa	<i>Acacia saligna</i>	Fabaceae	Exótica	Hojas tallo
Mora	<i>Morus nigra</i>	Moraceae	Exótica	Hojas tallo, fruto
Fresno	<i>Fraxinus americana</i>	Oleaceae	Exótica	Hojas tallo

El análisis taxonómico de las especies forestales en el vivero de Uchumayo de la SMCV, Arequipa, ofrece una visión detallada de su desarrollo y adaptación en este entorno controlado. Entre las especies examinadas se incluyen 9 familias y 10 especies entre especies nativas y exóticas, *Tecoma fulva subsp. Arequipensis*, *Polylepis rugulosa*, *Schinus Molle*, *Buddleja coriácea*, *Neltuma calderensis*, *Populus deltoides*, *Myoporum laetum*, *Acacia saligna*, *Morus nigra* y *Fraxinus americana*. Estas plantas, con edades de 2 y 4 años, han sido sometidas a un régimen de riego uniforme, aplicado mediante microaspersión de manera interdiaria, lo que ha garantizado condiciones de humedad consistentes para cada especie. A pesar de este tratamiento estandarizado, se han observado discrepancias en la altura total de las plantas, lo que sugiere una variabilidad en el crecimiento y desarrollo entre especies, o incluso dentro de la misma especie. La investigación proporciona una valiosa perspectiva sobre la selección de especies en la forestación urbana, especialmente en el contexto de la provincia de Arequipa y otras regiones del Perú. El estudio destaca que las municipalidades distritales a menudo prefieren utilizar especies exóticas o introducidas en la forestación urbana debido a su capacidad de adaptación a los desafíos de los entornos urbanos y su atractivo estético y ornamental.

4.2. Resultados de la determinación de las condiciones climáticas y del suelo en las que se desarrollan las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

4.2.1. Caracterización de las condiciones climáticas del Vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde

A. Condiciones ambientales en los días de monitoreo

Durante la temporada seca, se registra las temperaturas máximas más altas y las temperaturas mínimas más bajas, en promedio la radiación máxima solar y UV fueron menores a la temporada húmeda. Curiosamente, el día más húmedo de esta temporada también mostró una disminución en la velocidad del viento y la temperatura más baja de los tres días analizados. Los valores de los otros parámetros se mantuvieron consistentes con los demás días de la temporada seca.

Por otro lado, durante la temporada húmeda, se registra temperaturas máximas, menores a la Temporada Seca. Así mismo, las temperaturas mínimas no llegan a ser tan bajas. Con una humedad bastante alta.

Además, se observa que en esta temporada el promedio de radiación solar máxima y UV fue más alta que la temporada seca, con picos los días 14 y 15 de febrero. Sin embargo, el 16 de febrero fue incluso menor a la registrada en temporada seca (Tabla 3). Además, fue el día la temperatura máxima más baja, con mayor humedad y la velocidad del viento más baja, lo que contribuyó a la saturación de humedad en el aire circundante, pues normalmente el viento dispersa el aire húmedo por aire más seco. No obstante, ese mismo día la temperatura máxima fue la más baja, incluso que la observada en temporada seca.

Tabla 3. Datos de la estación meteorológica

ESTACION METEOROLÓGICA						Vivero de Uchumayo - SMCV					
INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA EN LOS DÍAS DE MEDICIÓN											
DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA											
Fecha	Temperatura Ambiente	Temperatura Ambiente	Temperatura Ambiente	Dif. Temp. Máx - Min	Humedad	Velocidad Máx	Presión Atmosférica	Precipitación	Rad. Max.	UV	Evapo transpiración
		Máx	Min		Relativa	Viento			Solar	Máximo	
TEMPORADA HÚMEDA											
Fecha	°C	°C	°C	%	%	km/h	mb	mm	W/m2		mm
14/02/23	17.8	23.6	12.7	10.9	79.7	33.8	791.9	0	1222	13.3	4.78
15/02/23	17.5	23.1	13.7	9.4	83.6	32.2	792.2	0	1315	14.2	4.36
16/02/23	16.4	19.7	13.7	6	88.5	27.4	792.1	0	564	6.7	2.23
	17.23	23.6	12.7	10.9	83.9	33.8	792.1	0.0	1315	14.2	3.79
	PROM	MAX	MIN	DIF	PROM	MAX	PROM	SUMA	MAX	MAX	PROM
TEMPORADA SECA											
Fecha	°C	°C	°C	%	%	km/h	mb	mm	W/m2		mm
05/06/23	17.4	25.6	10.3	15.3	26.1	30.6	793.7	0	744	5.8	4.82
06/06/23	16.6	25.1	9.9	15.2	27.6	27.4	794.1	0	737	5.4	4.58
07/06/23	15.3	22.9	7.7	15.2	35.9	27.4	795	0	737	5.5	4.49
	16.43	25.6	7.7	17.9	29.9	30.6	794.3	0.0	744	5.8	4.63
	PROM	MAX	MIN	DIF	PROM	MAX	PROM	SUMA	MAX	MAX	PROM

En la Tabla 3 se presentan los registros de datos de la estación meteorológica correspondientes a la temporada húmeda, donde se observan temperaturas máximas y mínimas en un rango de 23.6°C a 12.7°C. Durante la temporada seca, los registros muestran temperaturas que varían desde los 25.6°C hasta los 7.7°C.

Tabla 4. Temperatura (en °C) del aire. Ta = Temperatura media, T. máx. = temperatura máxima, T. mín. = temperatura mínima. Mostrando la temperatura Media ± Desviación estándar. Rangos de temperaturas entre paréntesis

Temporada húmeda			Temporada seca		
Ta	T. máx.	T. mín.	Ta	T. máx.	T. mín.
17.23±0.74	23.60±2.12	12.70±0.58	16.43±1.06	25.60±1.44	7.70±1.40
(16.40 – 17.80)	(19.70 – 23.60)	(12.70 – 13.70)	(15.30 – 17.40)	(22.90 – 25.60)	(7.70 – 10.30)

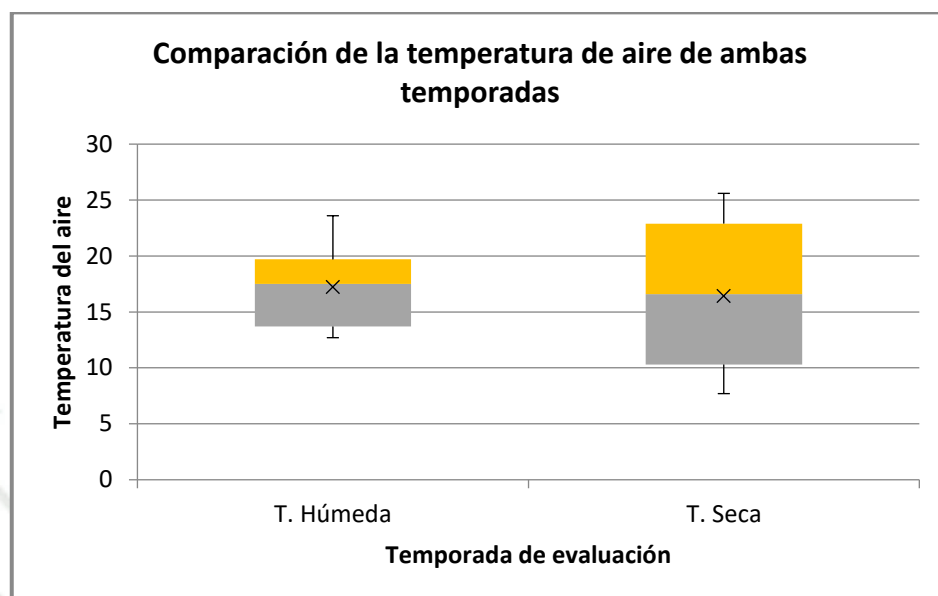


Figura 11. Diagrama de cajas comparando las temperaturas del aire en ambas temporadas (T_a en $^{\circ}\text{C}$).

La Tabla 5 y la Figura 12 ilustran que el porcentaje de humedad relativa del ambiente experimentó cambios notables entre las temporadas húmeda y seca. En la temporada húmeda, la humedad relativa fluctuó entre 79.7% y 88.5%, mientras que en la temporada seca, los valores disminuyeron drásticamente a un rango de 26.1% a 35.9%. La diferencia promedio entre ambas temporadas fue de 54%. Según Aristizábal (2011), la humedad relativa ideal para la mayoría de las plantas se sitúa entre 45% y 60%, indicando que las condiciones durante las mediciones no fueron óptimas, con una humedad excesivamente alta en la temporada húmeda y muy baja en la temporada seca.

Tabla 5. Humedad del aire (Hum en %), mostrando Media $\pm$ Desviación estándar. Rangos de humedad entre paréntesis.

Temporada húmeda	Temporada seca
Hum	Hum
83.9 $\pm$ 4.41 (79.70 – 88.50)	29.90 $\pm$ 5.28 (26.10 – 35.90)

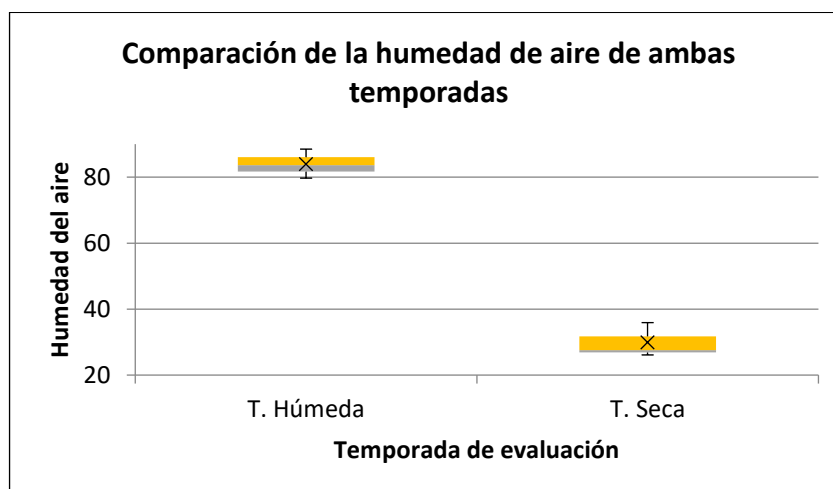

Figura 12

Diagrama de cajas comparando la humedad del aire en ambas temporadas (Humedad en %)

La Tabla 6 muestra que la velocidad máxima del viento varió, alcanzando hasta 33.8 km/h, con la velocidad más baja registrada en 27.4 km/h. La ventilación tiene un impacto significativo en varios aspectos ambientales; como la temperatura, al disipar el aire caliente, y la humedad, al enriquecer el aire con vapor de agua (Huertas, 2008). Además, la ventilación afecta la concentración de dióxido de carbono, pues existe una correlación negativa moderada entre ambos, donde un aumento en la ventilación reduce las concentraciones de dióxido de carbono, influyendo así en el crecimiento de las plantas (Mardesley, 2022). Según la Figura 13, la temporada húmeda registró la mayor velocidad del viento, mientras que en la temporada seca, la velocidad promedio más baja fue de 30.6 km/h.

Tabla 6

Velocidad máxima del viento (V_v en km/h), mostrando Media $\pm$ Desviación estándar. Rangos de velocidad del viento entre paréntesis.

Temporada húmeda	Temporada seca
V_v	V_v
33.8 $\pm$ 3.33	30.60 $\pm$ 1.85
(27.40 – 33.80)	(27.40 – 30.60)

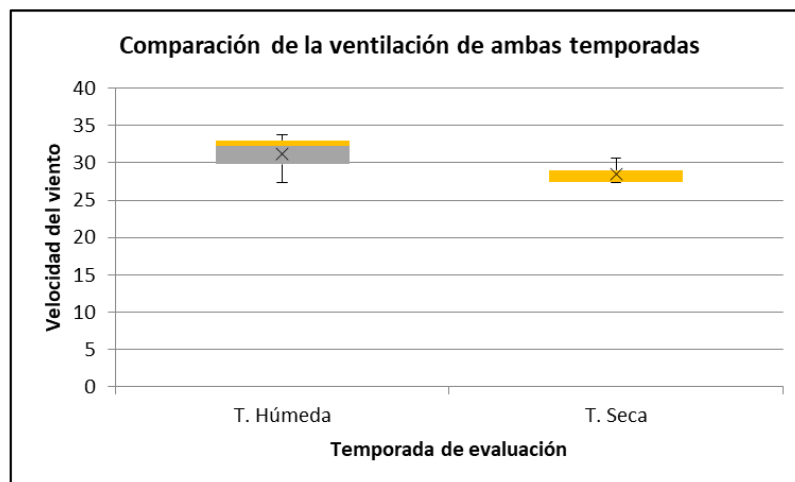


Figura 13

Diagrama de cajas comparando la velocidad máxima del viento en ambas temporadas (Vv en km/h)

La Tabla 7 revela que la radiación solar máxima varía entre temporadas. Durante la temporada húmeda, la radiación solar alcanzó valores significativamente altos, aunque en un día específico, se registró la radiación más baja de ambas temporadas. En contraste, la temporada seca mostró una radiación solar relativamente constante y más baja en comparación con la húmeda. Según la Figura 14, la radiación solar más alta se observó en la temporada húmeda, con un promedio de 1315 W/m^2 , mientras que en la temporada seca, el promedio fue considerablemente menor, a 744 W/m^2 . Esto indica una variación considerable en la radiación solar entre las dos temporadas, afectando posiblemente otros factores climáticos y ambientales.

Tabla 7

Radiación solar (R_s en W/m^2), mostrando Media $\pm$ Desviación estándar. Rangos de radiación solar entre paréntesis.

Temporada húmeda	Temporada seca
R_s	R_s
1033.67 $\pm$ 409.39	739 $\pm$ 4.04
(564 – 1222)	(737 – 744)

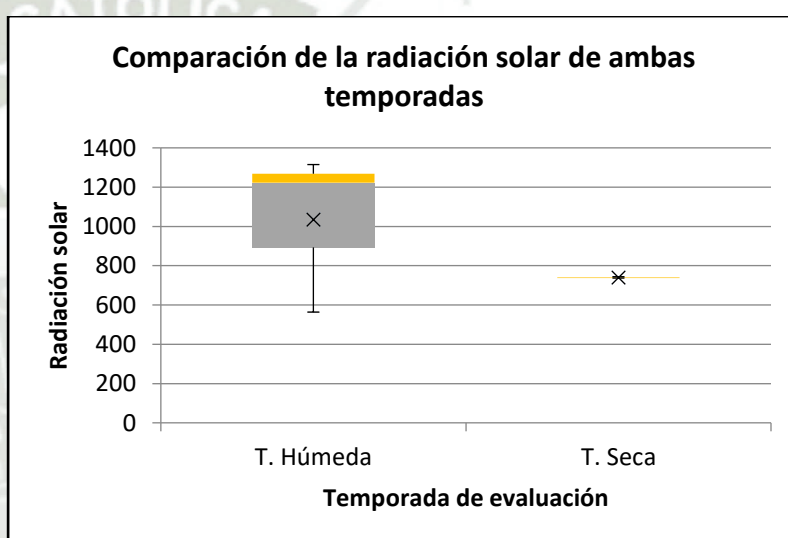

Figura 14

Diagrama de cajas comparando la radiación solar en ambas temporadas (R_s en W/m^2)

En la Tabla 8 se reportan las medidas de evapotranspiración, siendo más elevadas durante la temporada seca con valores cercanos a 4.82 mm, mientras que en la temporada húmeda los valores fueron menores, con un mínimo de 2.23 mm. Esta variación se debe a que la principal fuente de energía para la evaporación es la radiación solar directa, seguida por la temperatura ambiente y la diferencia de presión de vapor (G. Allen et al., 2006). Durante la temporada húmeda, la saturación de humedad en el aire reduce la capacidad del ambiente para absorber agua adicional, disminuyendo las tasas de evapotranspiración. Esto se refleja en la Figura 15, donde se observa que la evapotranspiración promedio es más alta en la temporada seca

(4.63 mm) en comparación con la temporada húmeda, donde la media fue la más baja (3.79 mm).

Tabla 8

Evapotranspiración (Et en mm), mostrando Media $\pm$ Desviación estándar. Rangos de evapotranspiración entre paréntesis.

Temporada húmeda	Temporada seca
Et	Et
3.79 $\pm$ 1.37	4.63 $\pm$ 0.17
(2.23 – 4.78)	(4.49 – 4.82)

Fuente: Elaboración propia

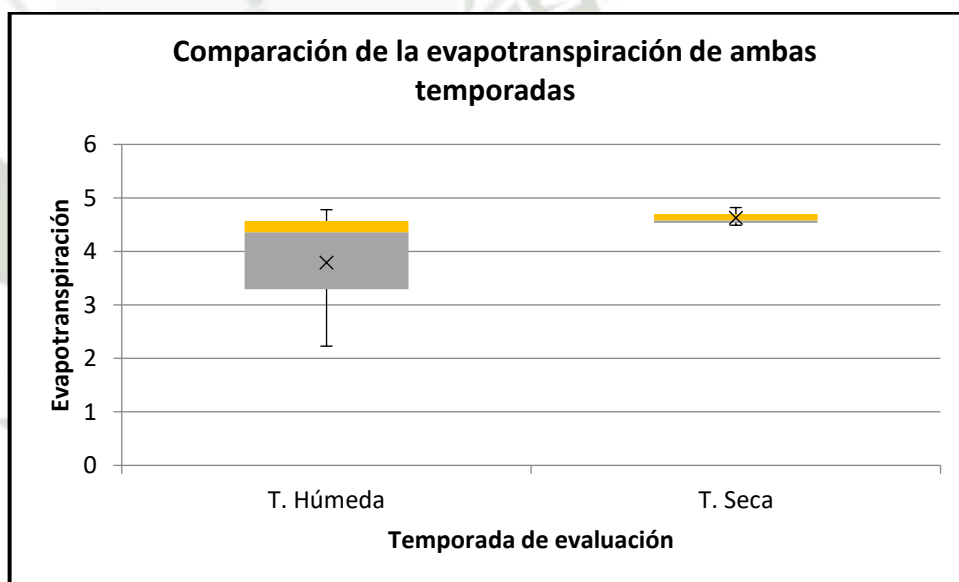


Figura 15

Diagrama de cajas comparando la evapotranspiración en ambas temporadas (Et)

B. Caracterización de las propiedades edafológicas

La textura indica la facilidad con que se puede trabajar el suelo. En la Tabla 9 los resultados del análisis de laboratorio I+D E.I.R.L. - Análisis Agrícola, Veterinario, Investigación y Desarrollo – Pedregal, Arequipa, determinaron que la textura del suelo es de tipo Franco Arenoso clasificada como textura medianamente gruesa,

debido a una elevada proporción de arena. Lo que indica que presenta una buena aireación, pero poca retención de humedad.

Tabla 9

Análisis mecánico de la clase textural del suelo

Análisis Mecánico		
Parámetro	Unidad	Resultado
Arena	%	72.9
Limo	%	18.8
Arcilla	%	8.3
Clase Textural		
Franco Arenoso		
Textura Medianamente gruesa		

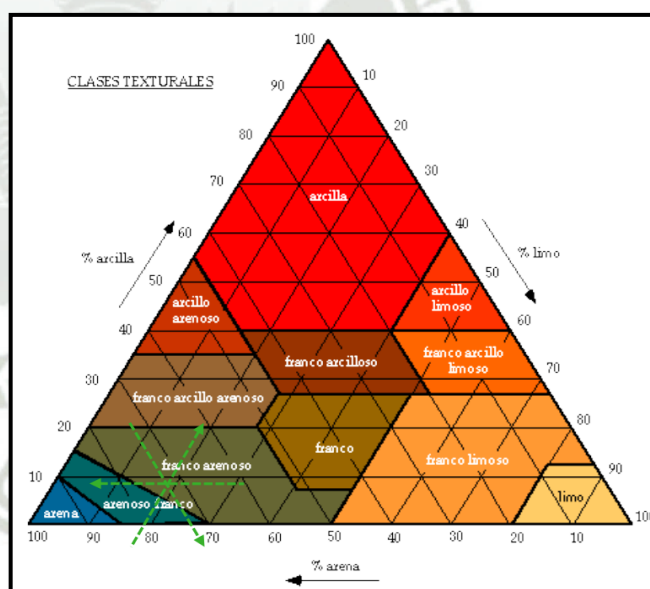


Figura 16

Representación gráfica de la clase textural del suelo en estudio

Tabla 10

Resultados del análisis fisicoquímico de suelo

Parámetro	Resultado	Observación
Materia orgánica	1.69%	
Conductividad eléctrica (CE)	2.09 mS/cm	Salino
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	9.983 meq/100g	Bajo
Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	6.21%	No sódico
Relación de adsorción de sodio (RAS)	0.3	No sódico
pH	7.35	Moderadamente alcalino
Nitrógeno	0.063%	Bajo
Fósforo	16.81 ppm	Alto
Potasio	274 ppm	Excesivo
Relación Carbono Nitrógeno (C/N)	15.6	Excesivo

Nota: Resultados del análisis de suelo realizado por el laboratorio “I+D E.I.R.L

El progreso y la salud óptimos de las plantas arbóreas están condicionados por el manejo adecuado de diversos factores ambientales y nutricionales. Los resultados del análisis de suelo realizado por el laboratorio “I+D E.I.R.L. - Análisis Agrícola, Veterinario, Investigación y Desarrollo – Pedregal, Arequipa” revelaron hallazgos significativos sobre las características y condiciones del suelo que impactan directamente en el crecimiento y salud de las plantas arbóreas (Tabla 12).

En la Figura 16 se evidencia el análisis mecánico del suelo muestra una composición predominantemente arenosa (72.9%), seguida de limo (18.8%) y una baja proporción de arcilla (8.3%), clasificando al suelo como franco arenoso de textura medianamente gruesa. Esta estructura sugiere una excelente capacidad de drenaje, beneficiosa para plantas en ambientes menos húmedos, aunque podría limitar la retención de agua y nutrientes, especialmente en condiciones secas. La poca arcilla implica una menor retención de nutrientes, posiblemente requiriendo

fertilizaciones más frecuentes. El contenido de limo, sin embargo, mejora la retención de humedad y nutrientes y la estructura del suelo, lo cual puede ser ventajoso para ciertos cultivos, facilitando también las labores agrícolas y el desarrollo radicular.

- pH

El pH medido en 7.35 juega un papel fundamental en la regulación de la dinámica de los nutrientes y la disponibilidad hídrica, aspectos clave para el crecimiento de las plantas, la actividad microbiana y la salud global del suelo (Cremona & Enriquez, 2020). Un pH considerado neutro como el que se ha medido, es ideal para la captación de nutrientes por parte de las raíces de las plantas, ya que la solubilidad de estos componentes varía considerablemente con los cambios en el pH. Un pH inferior puede limitar el acceso a nutrientes críticos como nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, fósforo y molibdeno, mientras que un pH más alto o alcalino tiende a restringir la absorción de la mayoría de los micronutrientes (Ayres et al, s.f.). Los datos del análisis fisicoquímico confirman que el pH actual del suelo es ideal para la asimilación de la mayoría de los nutrientes disponibles. Además, el nivel de pH tiene una influencia directa en la accesibilidad a nutrientes esenciales como el fósforo, el hierro y el nitrógeno. Tiquia & Tam (1999) encontraron que una reducción en el pH puede aumentar la disponibilidad de nitrógeno, esencial para el metabolismo y el crecimiento de las plantas arbóreas. Igualmente, las fluctuaciones en el pH pueden impactar la disponibilidad de otros nutrientes importantes como el calcio y el magnesio, esenciales para el desarrollo estructural de las plantas.

- Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) del suelo, registrada en 2 mS/cm, se ajusta al rango considerado óptimo, ya que, según Ayres et al. (s.f.) la mayoría de las especies vegetales se desarrollan adecuadamente en niveles alrededor de 2 mS/cm. Los sensores que miden la CE son cruciales para monitorear la salinidad del suelo, un factor que puede influir de manera significativa en la salud vegetal. No obstante, una interpretación precisa de los datos de salinidad requiere el desarrollo de Índices de Salinidad (IS) apropiados, como señalan Bañón et al. (2022). La presencia de sal en el suelo puede restringir severamente la capacidad de las plantas arbóreas para absorber agua, afectando adversamente su crecimiento y bienestar general. Por ello,

como indican Cuti y Vargas (2023), es fundamental mantener bajos niveles de CE para evitar la fitotoxicidad y garantizar una fertilización efectiva que no comprometa la salud del suelo.

- **Contenido de N**

El bajo contenido de nitrógeno (0.063%) en el suelo se asocia con un crecimiento retardado en las plantas, donde las hojas presentan un color amarillo pálido y, en casos extremos, son más pequeñas que lo normal, con posibles manchas amarillentas en las hojas más viejas debido a la translocación de nitrógeno hacia las hojas nuevas (Johnson et al., 2008; López, 2020). El nitrógeno es esencial para la división y multiplicación celular, siendo un componente clave de los ácidos nucleicos y necesario para la síntesis de aminoácidos importantes como la lisina, metionina y cisteína. Una disponibilidad adecuada de nitrógeno es crucial para el correcto funcionamiento celular y el crecimiento óptimo de las plantas arbóreas.

- **Contenido de Potasio**

El nivel de potasio en el suelo, registrado a 274 ppm, se categoriza como excesivo. A pesar de que el potasio es un elemento fundamental en la fisiología de las plantas, su concentración elevada puede ser problemática. Este nutriente es crucial para la estructura vegetal ya que influye directamente en la síntesis de carbohidratos y proteínas, además de mejorar la capacidad de las plantas arbóreas para absorber agua. Esta propiedad es especialmente beneficiosa pues incrementa la resistencia de las plantas a condiciones adversas, tales como sequía, frío y salinidad, lo que es esencial para su supervivencia y adaptación (Cuti & Vargas, 2023).

- **Fósforo en el suelo**

El nivel de fósforo en el suelo, medido en 16.81 ppm, se clasifica como alto. Este elemento es crucial para el crecimiento de las plantas, ya que no solo es un componente esencial de las membranas celulares, sino que también facilita procesos vitales como la transferencia y permeabilidad energética. Román et ál. (2013) destacan el papel fundamental del fósforo en la fotosíntesis, donde contribuye significativamente a la conversión de la luz solar en energía química, un proceso esencial para el desarrollo y la salud de las plantas arbóreas. Dada su importancia en numerosos procesos biológicos y su papel en la composición de los fertilizantes, es

fundamental monitorear y gestionar adecuadamente los niveles de fósforo para optimizar el rendimiento y la salud de las plantas.

- **Intercambio catiónico**

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) medida en 9.983 meq/100g, se considera baja. Este parámetro es crucial ya que indica la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes, lo que afecta directamente la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. Según Castaño (2022), la CIC está estrechamente relacionada con la fertilidad potencial del suelo. Un valor bajo en este índice sugiere que el suelo podría tener limitaciones para suministrar nutrientes de manera sostenida a las plantas, lo cual podría afectar negativamente el crecimiento y la salud vegetal.

- **Sodio (Na)**

La evaluación de la muestra mediante los indicadores de Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) y Relación de Adsorción de Sodio (RAS) muestra que se trata de un suelo no sódico. Esto implica que las partículas de arcilla en el suelo permanecen floculadas, manteniendo así un buen ordenamiento de sus componentes minerales (arena, limo y arcilla) y orgánicos, así como una adecuada porosidad. Estas características son fundamentales para lo que se conoce como la estructura del suelo, que es crucial para la salud y el funcionamiento del mismo (Panzardi et al., 2020).

- **Carbonato de Calcio**

El carbonato de calcio en el suelo registró un valor por debajo del 0.1%, lo que genera efectos adversos significativos en la salud del suelo y en el desarrollo de las plantas. Esta deficiencia puede provocar una acidificación del suelo que limita la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, además de suprimir la actividad de los microorganismos beneficiosos. También compromete la estructura del suelo al reducir su aireación, agregación y capacidad de retención de agua, resultando en un suelo más compacto y menos permeable que obstaculiza el crecimiento radicular (Yu et al., 2023). Desde un punto de vista agronómico, la falta de calcio es particularmente crítica, ya que es indispensable para la formación celular y la construcción de paredes celulares en las plantas. Las deficiencias de calcio pueden manifestarse como necrosis en las puntas de las hojas

y un desarrollo radicular limitado. Para contrarrestar estos problemas, se recomienda la aplicación de enmiendas calcáreas, como la cal agrícola, para mejorar los niveles de carbonato de calcio en el suelo y promover un desarrollo saludable de las plantas (Martinez et al., 2022).

- **Salinidad**

Los suelos salinos, con bajos niveles de carbono orgánico, interfieren en el desarrollo vegetal al alterar la actividad biológica y la descomposición de la materia orgánica, afectando además propiedades físicas y fisicoquímicas como la aireación y la retención de humedad (Setia et al., 2011 citado en Pastor Mogollón et al., 2016). Además, investigaciones muestran que altos niveles de ciertos nutrientes como el fósforo pueden afectar la disponibilidad de otros, como el Zinc, y un exceso de potasio puede inhibir la absorción de magnesio y calcio en las plantas (López, 2020).

Es crucial resaltar que, aunque las condiciones controladas en los viveros facilitan la propagación de especies arbóreas, es necesario considerar más detenidamente las condiciones ambientales de las áreas donde estas especies son transplantadas, especialmente cuando provienen de donaciones de viveros. Las diferencias en el ambiente de plantación pueden limitar el crecimiento apropiado de los árboles, llevando potencialmente al fracaso de los proyectos de reforestación en la provincia de Arequipa. Por ello, es importante evaluar adecuadamente y ajustar las técnicas de manejo forestal al entorno específico del lugar de plantación para garantizar el éxito de estos proyectos.

C. Medición de incidencia solar

Se observa que la temporada húmeda, fue el mes que se registró el porcentaje de humedad (%) más alto (Figura 51) desde el año 2022 a la fecha de la última medición que se realizó en junio del 2023. Debido a que, en febrero de 2023, las condiciones de la TSM en la Región Niño 1+2 cambiaron de condiciones frías (La Niña) a condiciones cálidas favoreciendo el incremento significativo de las lluvias durante el resto del verano 2023 en el contexto de un nuevo evento El Niño Costero (SENAMHI, 2023). En febrero 2023, el ingreso de humedad por la predominancia de flujos del este hacia los Andes favoreció la ocurrencia de lluvias en la región central y sur del país, en especial para la primera década del mes (01-10), siendo las regiones más favorecidas Cusco, Arequipa, Ayacucho y Junín. (*INFORME N°17-*

2023-SENAMHI-DMA-SPC.pdf, s. f.). En temporada seca, la estación meteorológica instalada en el vivero de Uchumayo no registro heladas, como registra SENAMHI, 2023 en las estaciones Imata, Las Salinas, Pillones Porpera y Tisco, ubicadas sobre los 3900 m s. n. m., registraron todos los días recurrencia de heladas, reportando una frecuencia de 27 a 31 días entre mayo y junio; este registro se encuentra dentro del rango normal de reportes de heladas para estos ámbitos. (*Informe-técnico-Nº43-julio_2023.pdf*, s. f.) las temperaturas fueron más bajas que en temporada húmeda.

La temperatura ambiental media en temporada húmeda, fue por poco más alta. Además, el valor de Radiación UV fue el más alto del año 2023. Sin embargo, en temporada seca se alcanzaron temperaturas máximas más altas.

La fenología es una adaptación a las condiciones ambientales de una zona geográfica determinada; las principales son la temperatura, humedad, velocidad del viento y la radiación necesarias para la supervivencia y crecimiento de las especies vegetales (Aristizábal, 2011).

Cuando la temperatura del aire es elevada, puede surgir un desequilibrio entre el estado hídrico de la hoja y el flujo de transpiración. Si la demanda evapotranspirativa excede la absorción de las raíces, las estomas se cierran, limitando el intercambio gaseoso (Ramírez et al., 2014). En condiciones de alta humedad y baja velocidad del viento, el aire circundante tiende a saturarse de humedad, ya que la velocidad del viento usualmente dispersa el aire húmedo, reemplazándolo por aire más seco (G. Allen et al., 2006). Además, se observó que la radiación solar máxima fue incluso menor que la registrada en temporada seca. La temperatura afecta a la fotosíntesis a nivel estomático y cloroplástico. El aumento de la temperatura afecta a la velocidad de las reacciones metabólicas (Ramírez et al., 2014); por ello se observa que en la mayoría de casos la asimilación máxima se logra a medio día solar y disminuye a horas de la tarde, debido a que la absorción de energía solar, se desarrolla en la fase lumínica y es un proceso instantáneo. (Ruiz et al., 2014). Cada especie depende de las condiciones ambientales que se adaptan a su fenología para obtener mejores resultados de asimilación de CO₂.

D. Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) en temporada húmeda y seca.

En la Figura 17 se muestra la radiación fotosintética PAR en temporada húmeda registrado en el sensor Li-190 del Li-cor 6800.

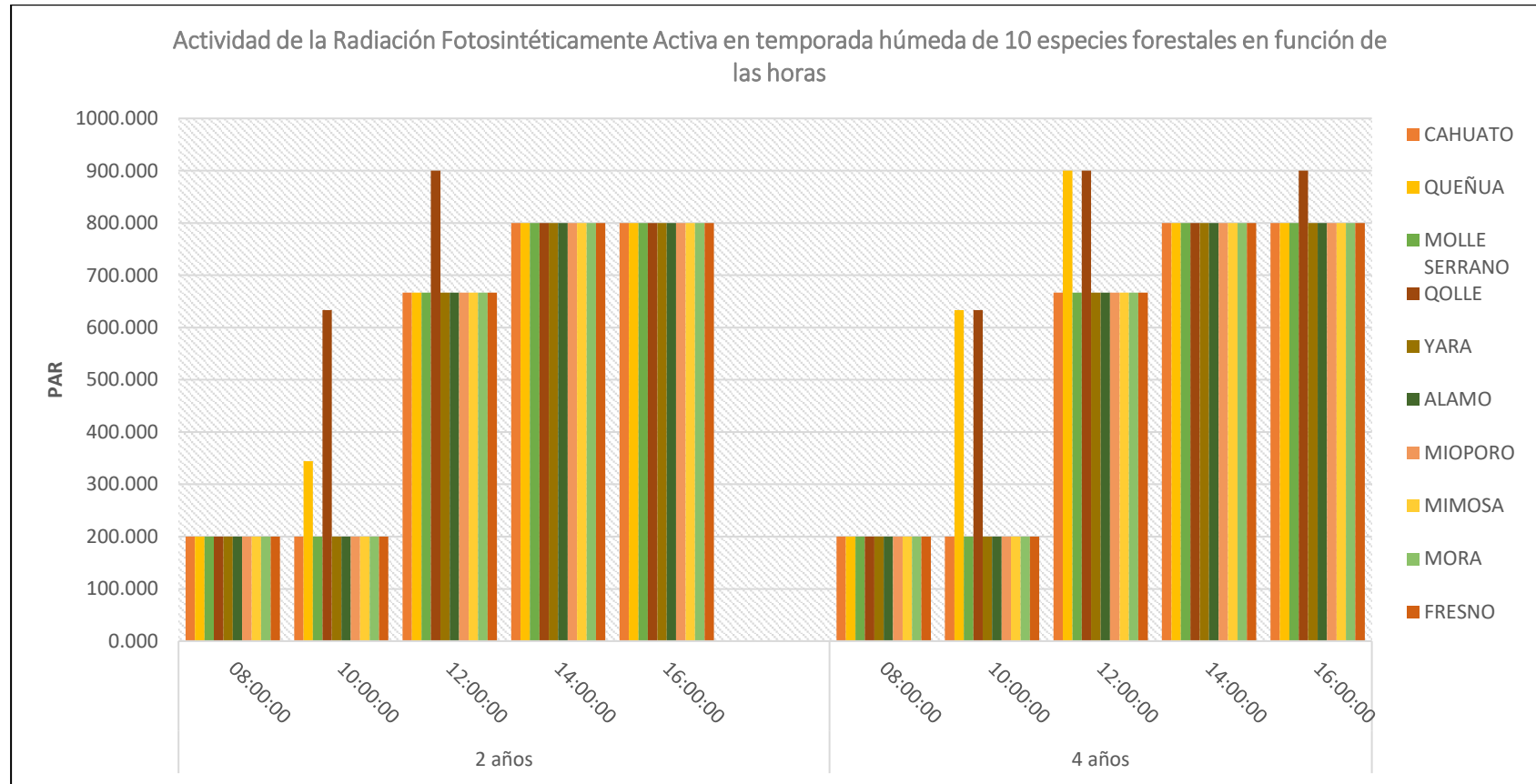


Figura 17. Actividad de la Radiación Fotosintéticamente Activa en temporada húmeda de 10 especies forestales en función de la hora.

La Figura 17 presenta los resultados de las mediciones de Radiación Fotosintéticamente Activa, PAR por sus siglas en inglés, que corresponde a la parte del espectro electromagnético utilizada por las plantas para la fotosíntesis. Se realizaron mediciones durante la temporada húmeda en diez especies diferentes, a distintas horas del día (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 horas). Se observa una tendencia creciente, con valores bajos entre las 08:00 y 10:00 horas ya que los valores de PAR se mantuvieron en $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, y elevados índices de PAR entre las 12:00 y las 16:00 horas, oscilando entre 666 y $800 \mu\text{mol}$ de fotones por metro cuadrado por segundo ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Con excepción de la *Polylepis rugulosa* y *Buddleja coriácea* que entre las 10:00 y 12:00 horas tuvo picos más altos.

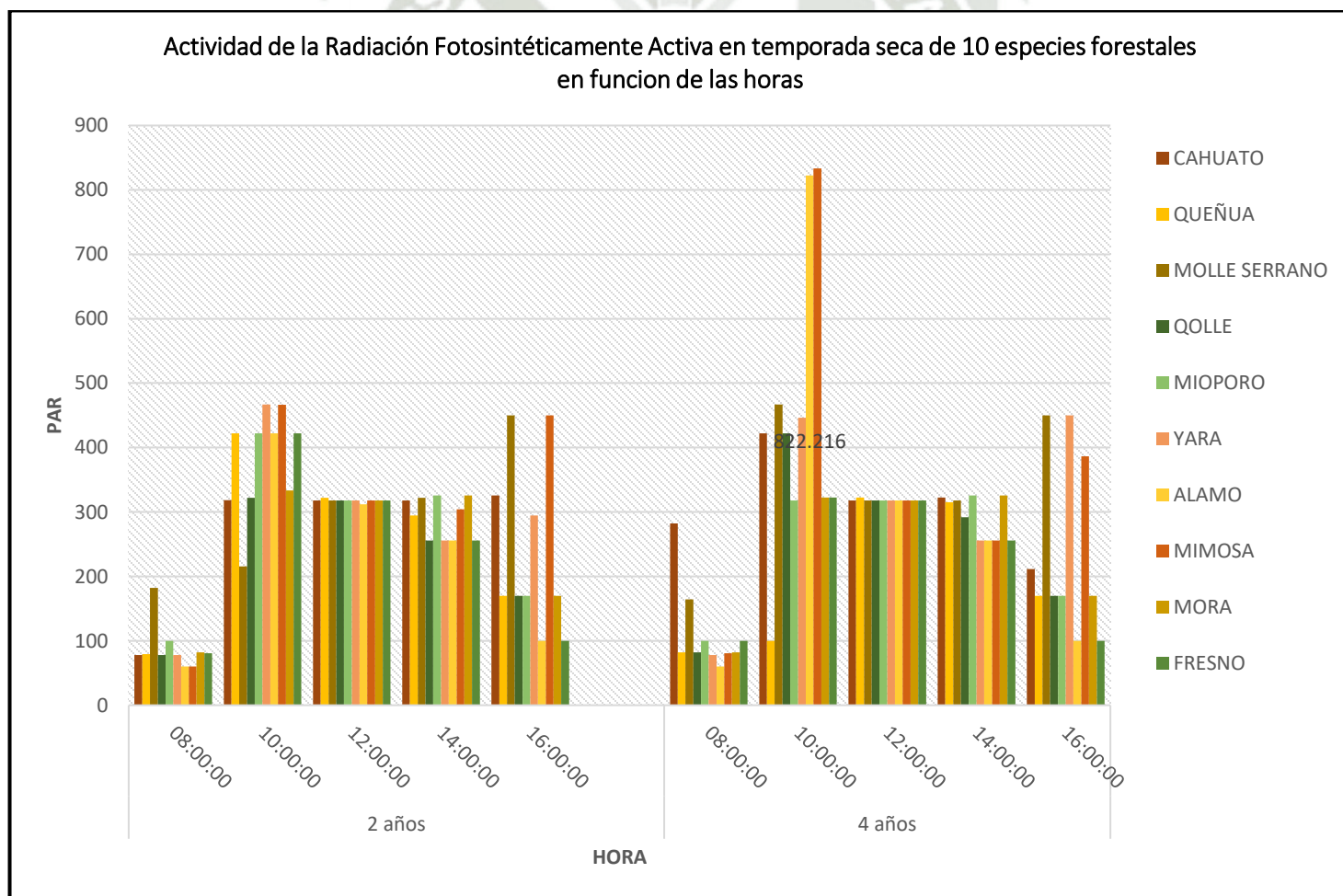


Figura 18

Actividad de la Radiación Fotosintéticamente Activa en temporada seca de 10 especies forestales en función de la hora

Fuente: Elaboración propia

La Figura 18 presenta los resultados de las mediciones de Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) durante la temporada seca en las diez especies estudiadas, a distintas horas del día (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 horas), obteniendo que, el mayor valor alcanzado fue de poco más de 800 μmol de fotones por metro cuadrado por segundo ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a las 10:00 horas, por la *Acacia saligna* y el *Populus deltoides* mientras que el menor valor de PAR registrado durante las mediciones se halló a las 8:00 y a las 16:00 horas, con 100 μmol de fotones. $\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, con picos a las 16:00 horas del *Schinus molle*, *Neltuma calderensis* y *Acacia saligna*. Aunque la tendencia fue de una gráfica con una concavidad negativa.

Los resultados presentados tanto en la Figura 17 como en la Figura 18 indican que la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) experimenta variaciones a lo largo del día, tanto en época húmeda como en época seca, mostrando picos y depresiones. Es importante destacar que, al comparar los valores PAR registrados en ambas épocas, se observa una mayor incidencia de radiación durante la época húmeda. Sin embargo, en temporada seca, se observa que a las 10:00 horas los valores son más altos que los registrados en temporada húmeda. Por otro lado, la temporada seca tiene una tendencia concava negativa y los valores se mantienen casi constantes entre las 10:00 y 14:00 horas y la temporada húmeda tiene una tendencia creciente con valores altos en la tarde, a partir de las 12:00 horas.

4.3. Resultados de la medición de la asimilación de dióxido de carbono en dos edades distintas de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

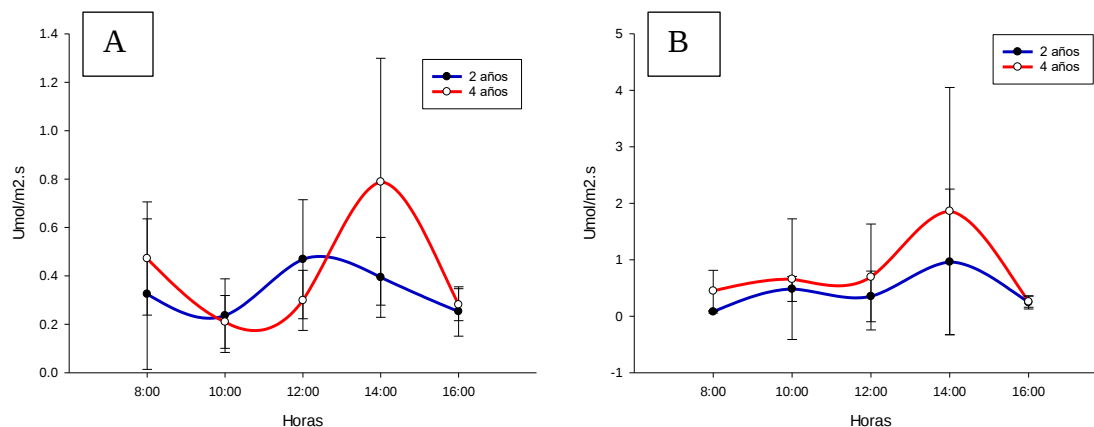


Figura 19. Tendencia de asimilación de CO₂ por horas en individuos de Cahuato (*Tecoma fulva subsp. arequipensis*), de dos y cuatro años en época seca (A) y húmeda (B).

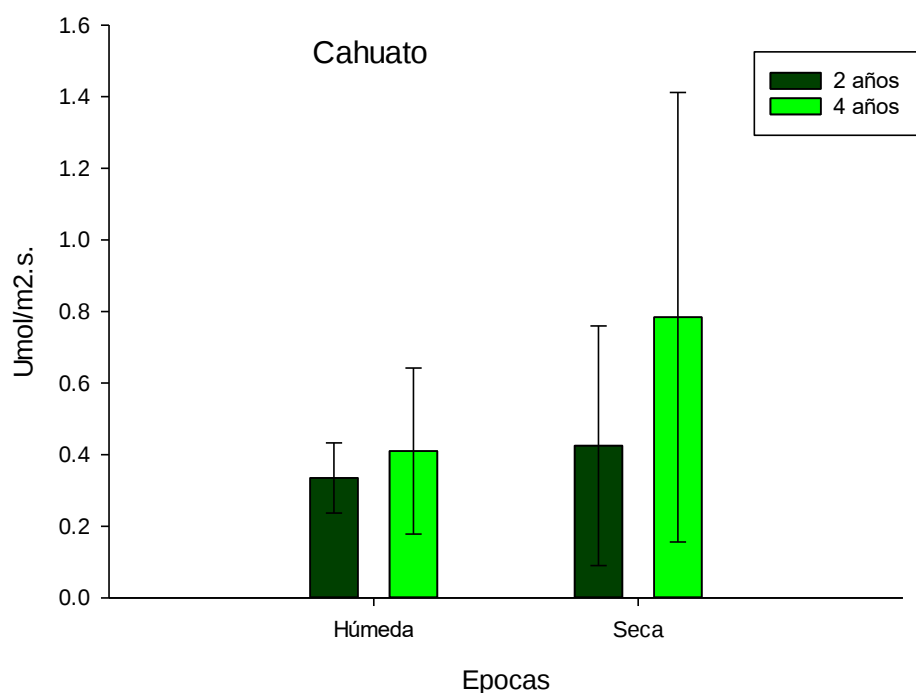


Figura 20. Asimilación de CO₂ en individuos de Cahuato (*Tecoma Fulva subsp. arequipensis*), de dos y cuatro años en época húmeda y seca

La Figura 19 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 20 muestran los promedios de asimilación de dióxido de carbono registrados en diferentes horas del día en individuos de Cahuato (*Tecoma fulva subsp. arequipensis*), de dos y cuatro años, en época húmeda y seca, evidenciando que se obtuvo una mayor asimilación de CO₂ en individuos de Cahuato de cuatro años en época seca. Así mismo, los datos registrados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis ANOVA entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo, adjunto en el Anexo 1, gracias al cual se encontró que no existen diferencias significativas entre las variables expuestas anteriormente ($p > 0.05$), sin embargo, existe diferencia significativa entre épocas, y mediante la prueba de especificidad de Tukey se determinó que durante la época seca esta especie asimila mayor cantidad de dióxido de carbono con un promedio de 0.6043 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ respecto a la temporada húmeda que solo asimila 0.3728 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$. Con respecto a la edad de las plantas, se determinó que los individuos de Cahuato de cuatro años asimilan mayor cantidad de dióxido de carbono con un promedio de 0.5971 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ en contraste con los individuos de dos años, que solo absorben en promedio 0.3799 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$. Además, a las 14:00 horas se produce la mayor absorción de carbono en ambas épocas, con un promedio de 1.002 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, cuando la PAR era 800.00 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ y la incidencia solar alcanzaba los 233.41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$.

Figura 21

Tendencia de asimilación de CO_2 por horas en individuos de Queñua (*Polylepis rugulosa*) de dos y cuatro años de edad en época seca (A) y húmeda (B).

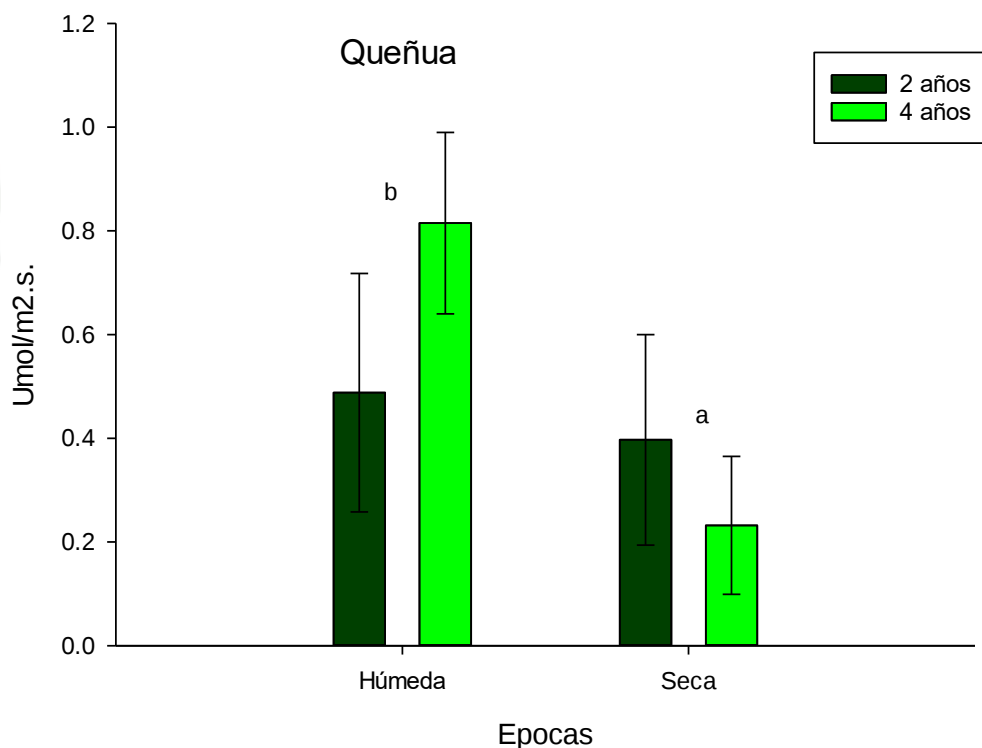
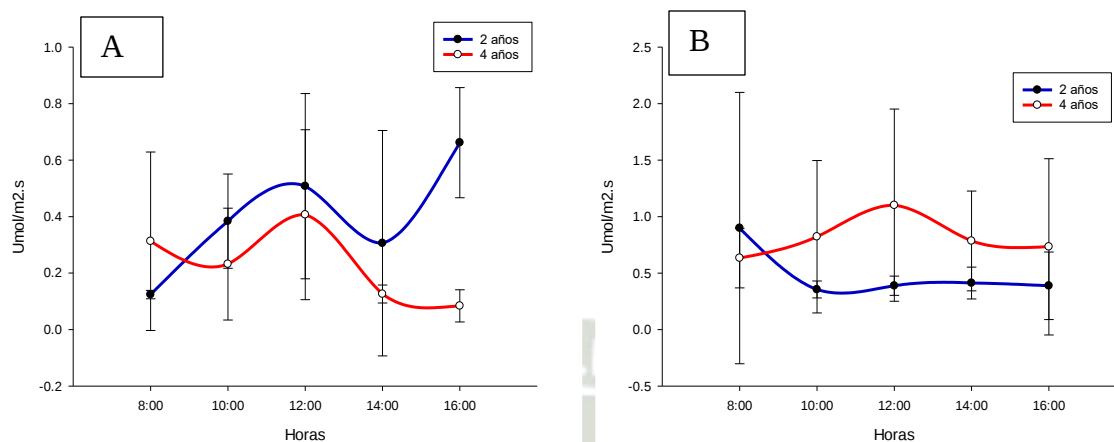


Figura 22

Asimilación de CO_2 en individuos de Queñua (*Polylepis rugulosa*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca

La Figura 21 y la Figura 22 muestran el promedio de los datos de asimilación de dióxido de carbono registrados en diferentes horas del día en individuos de Queñua (*Polylepis rugulosa*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca, en el caso de la Figura 21 A, representa la temporada seca y B la temporada húmeda, indicando que es durante la época húmeda donde individuos de dos y cuatro años de esta especie asimilan una mayor cantidad de dióxido de carbono a comparación de la época seca, resaltando que los individuos de cuatro años de edad en época húmeda, logran el mayor promedio de asimilación de dióxido de carbono de $0.82 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, lo que concuerda con el análisis ANOVA y la prueba de especificidad de Tukey, entre factores de asimilación de CO_2 , incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo (Anexo 2), donde se determinó que existe diferencia significativa entre épocas de muestreo, así como entre la interacción de las variables época-edad ($p < 0.05$), siendo la época húmeda donde se asimila la mayor cantidad de dióxido de carbono con un promedio de $0.6517 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, mostrando diferencia con la asimilación de CO_2 en la época seca cuyo promedio es $0.3147 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$. En cuanto a las edades, las plantas de cuatro años son las que asimilan más CO_2 con un valor promedio de 0.5238 en contraste con la época seca cuya absorción de carbono es $0.4426 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$. Además, en relación a las horas de muestreo, los análisis lograron determinar que a las 12:00 horas se produce el mayor promedio de asimilación de CO_2 con un promedio de $0.6013 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, cuando la PAR y la incidencia solar alcanzan su valor más alto del día de $899.99 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ y $489.13 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, respectivamente.

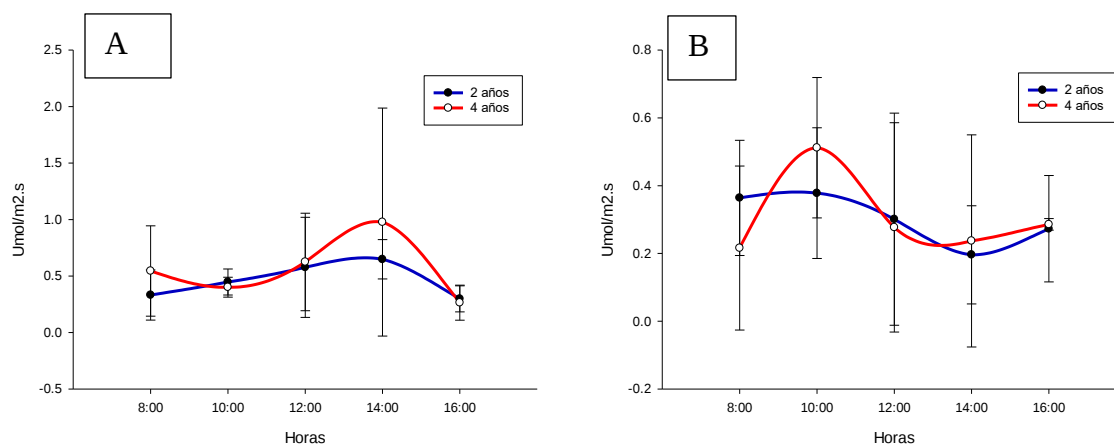


Figura 23

Tendencia de Asimilación de CO_2 por horas en individuos de Molle serrano (*Schinus molle*) de dos y cuatro años de edad en época seca (A) y húmeda (B)

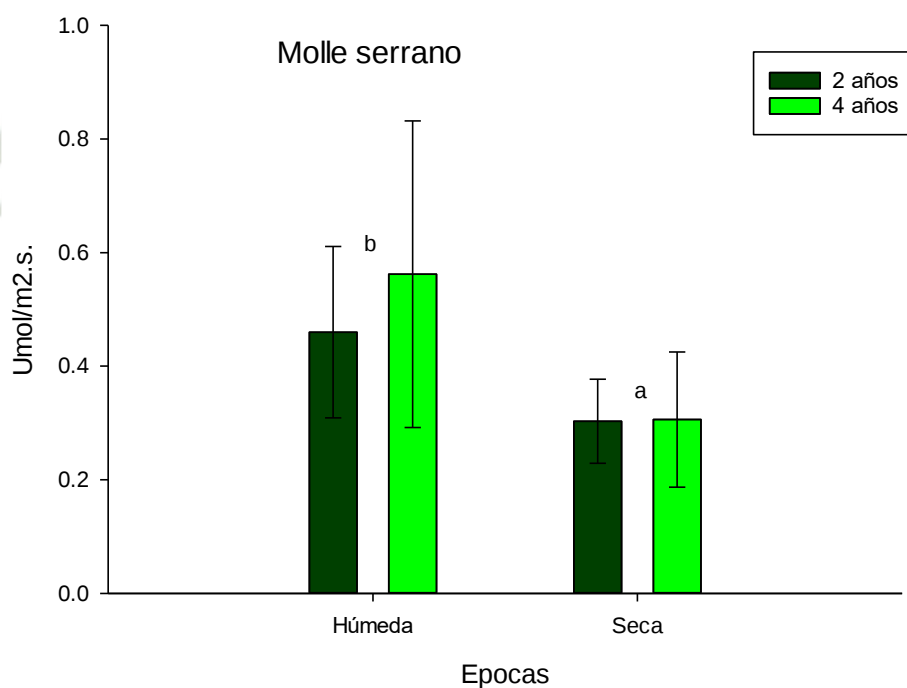


Figura 24

Asimilación de CO₂ en individuos de Molle serrano (*Schinus molle*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca

La Figura 23 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 24 muestran el promedio de los datos de asimilación de dióxido de carbono registrados en diferentes horas del día en individuos de Molle Serrano (*Schinus molle*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca, mostrando que durante la época húmeda tanto los individuos de dos y de cuatro años de edad, logran un mayor promedio de asimilación de dióxido de carbono a comparación de la época seca, sin embargo, el análisis estadístico de ANOVA y la prueba de especificidad de Tukey, entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo (Anexo 3) indican que existe diferencia significativa según las épocas ($p < 0.05$) mas no así según las edades ni las horas de evaluación, de igual manera ninguna de las interacciones es significativa ($p > 0.05$), así mismo, el Test de Tukey aplicado para épocas en Molle serrano indica que es durante la época húmeda donde se logra una mayor asimilación de dióxido de carbono con un promedio de $0.5114 \mu\text{mol/m}^2.\text{s}$, superando significativamente a la asimilación registrada durante la época seca cuyo promedio es de $0.304 \mu\text{mol/m}^2.\text{s}$. En cuanto a las edades no hay diferencias, sin embargo los individuos de cuatro años presentan mayor asimilación de CO₂ con un promedio de $0.4339 \mu\text{mol/m}^2.\text{s}$ y se determinó que a las 14: 00 horas se registró el mayor promedio de asimilación de CO₂, cuando la PAR alcanza el valor más alto del día con $800.01 \mu\text{mol/m}^2.\text{s}$ y la incidencia solar es de $213.46 \mu\text{mol/m}^2.\text{s}$.

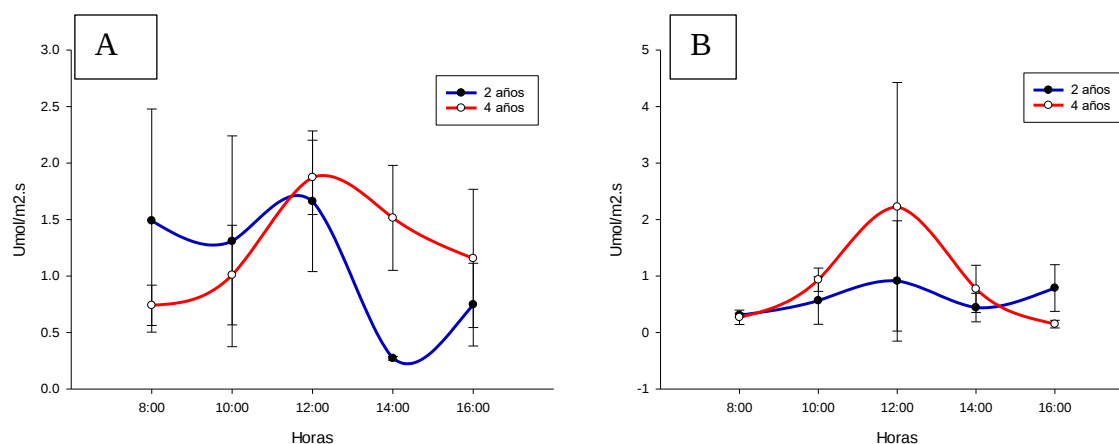


Figura 25

Tendencia de asimilación de CO₂ por horas en individuos de Qolle (*Buddleja coriácea*) de dos y cuatro años de edad en época seca (A) y húmeda (B).

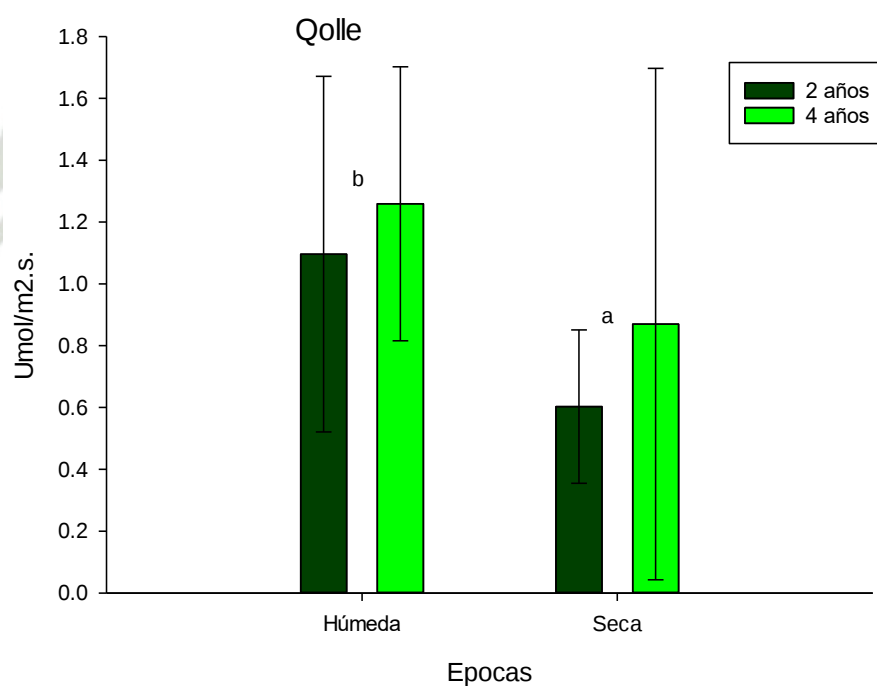


Figura 26

Asimilación de CO₂ en individuos de Qolle (*Buddleja coriácea*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca.

La Figura 25 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 26 muestran el promedio de los datos de asimilación de dióxido de carbono registrados en diferentes horas del día en individuos de Qolle (*Buddleja coriácea*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca, mostrando que tanto los individuos de dos y de cuatro años de edad, logran un mayor promedio de asimilación de dióxido de carbono durante la época húmeda y se encontró mediante análisis estadístico ANOVA y Tukey entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo (Anexo 4), que el factor de épocas muestra diferencia significativa ($p < 0.05$), por lo que la prueba de especificidad de Tukey, determinó que es durante la época húmeda donde se presentó el mayor promedio de asimilación de CO₂ con 1.1775 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, de la misma forma en las horas de evaluación, es a las 12:00 horas donde se produce la máxima asimilación de dióxido de carbono con promedio de 1.6691 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, con una PAR de 505.95 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ e incidencia solar de 631.05 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$.

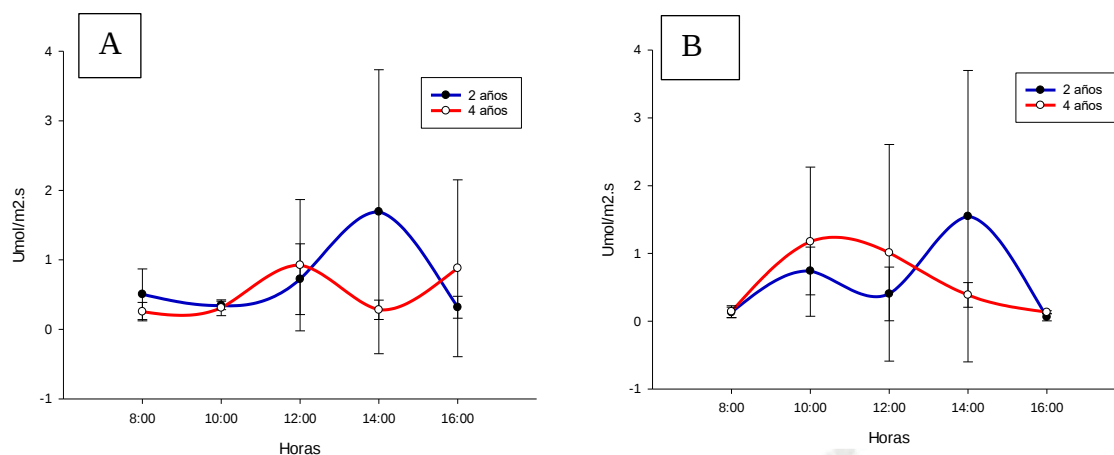


Figura 27

Asimilación de CO₂ en individuos de Yara (*Neltuma calderensis*) de dos y cuatro años de edad en época seca (A) y húmeda (B).

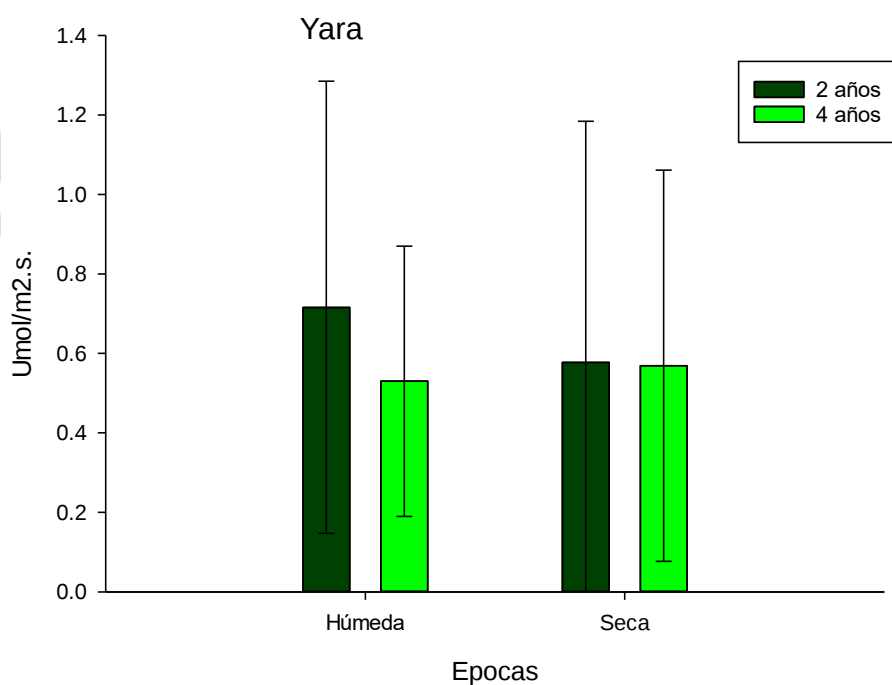


Figura 28

Asimilación de CO₂ en individuos de Yara (*Neltuma calderensis*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca

La Figura 27 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 28 muestran los promedios de asimilación de dióxido de carbono registrados durante época seca y húmeda a diferentes intervalos del día, en individuos de dos y cuatro años de edad de la especie Yara (*Neltuma calderensis*). En base a estos promedios analizados estadísticamente mediante ANOVA y la prueba de especificidad de Tukey, entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo (Anexo 5), se logró determinar que ninguno de los factores en estudio mostró diferencias significativas ni tampoco las interacciones ($p>0.05$), sin embargo, gracias a dichas mediciones, se logró determinar numéricamente que es en la época húmeda donde se alcanza el promedio más alto de asimilación de CO₂ con 0.6233 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ y en las horas de muestreo los individuos de 4 años alcanza la mayor absorción de carbono con promedios de 0.7648 a las 12:00 y los de 2 años a las 14:00 horas con 0.9781 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, con una PAR de 666.67 y 512.93 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ e incidencia solar de 800.00 y 198.45 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, respectivamente.

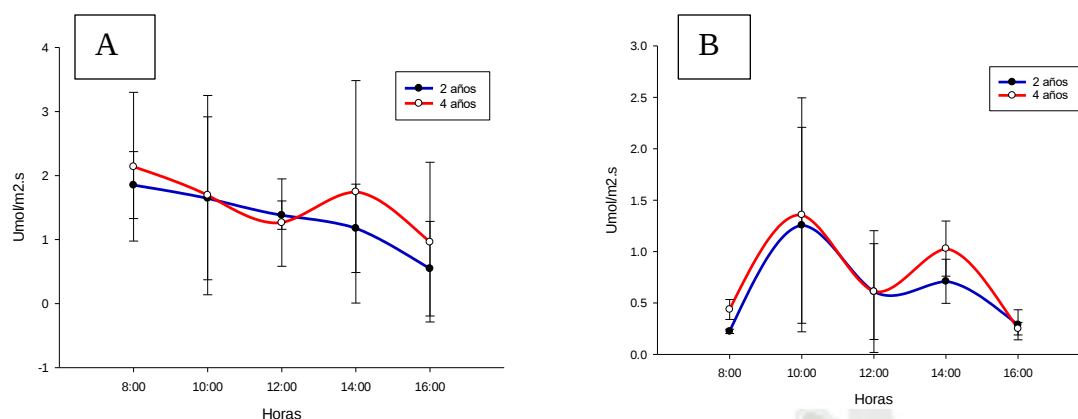


Figura 29

Tendencia de asimilación de CO₂ por horas en individuos de Álamo (*Populus deltoides*) de dos y cuatro años en época seca (A) y húmeda (B).

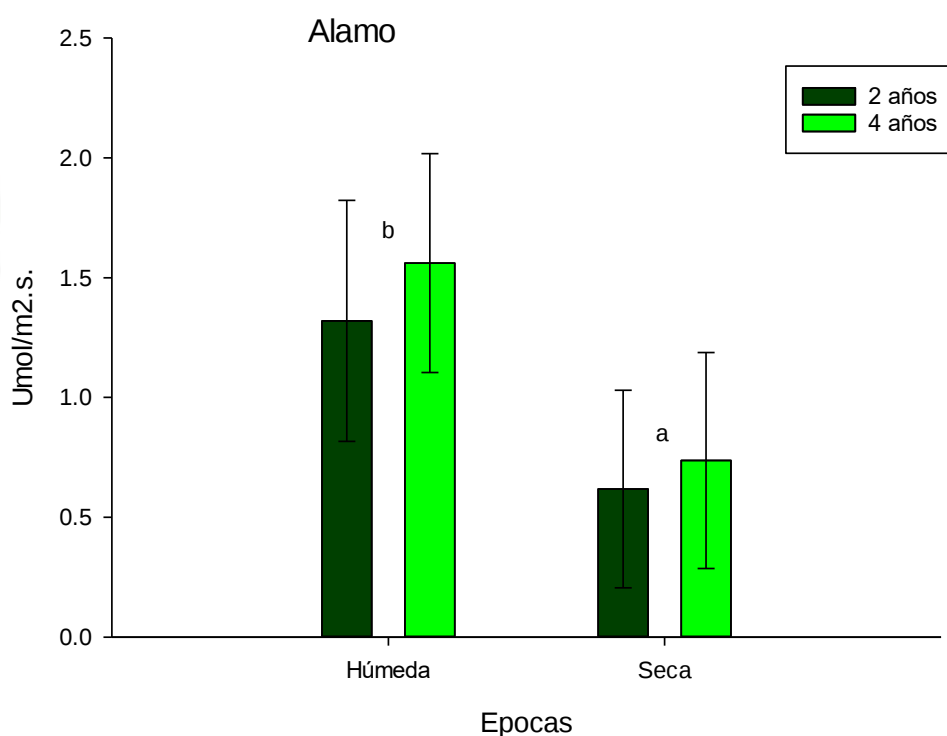


Figura 30

Asimilación de CO₂ en individuos de Álamo (*Populus deltoides*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca

La Figura 29 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 30 muestran los promedios de asimilación de dióxido de carbono registrados durante época seca y húmeda a diferentes intervalos del día, en individuos de dos y cuatro años de edad de la especie Álamo (*Populus deltoides*), donde se evidencia que durante época húmeda se registraron los mayores promedios de asimilación de dióxido de carbono, en individuos de dos y cuatro años. Así mismo, el análisis estadístico basado en ANOVA y la prueba de especificidad de Tukey, entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo (Anexo 6), permitieron determinar que existe diferencia significativa en el factor de época ($p < 0.01$), por lo que el Test de Tukey permitió confirmar que es durante la época húmeda donde se alcanzan los promedios más altos de asimilación de dióxido de carbono con $1.4408 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ superando ampliamente a la asimilación durante la época seca, donde se logra un promedio de tan solo $0.6775 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$. En cuanto a las edades de los árboles, los de cuatro años los presentaron mayor asimilación de carbono ya que su promedio es $1.1492 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ y con respecto a las horas de mayor asimilación; en temporada seca, la mayor asimilación fue a las 08:00 y 14:00 horas y en temporada húmeda, la mayor asimilación fue a las 10:00 y 14:00 horas. En ambos casos, las asimilación de CO₂ baja al medio día.

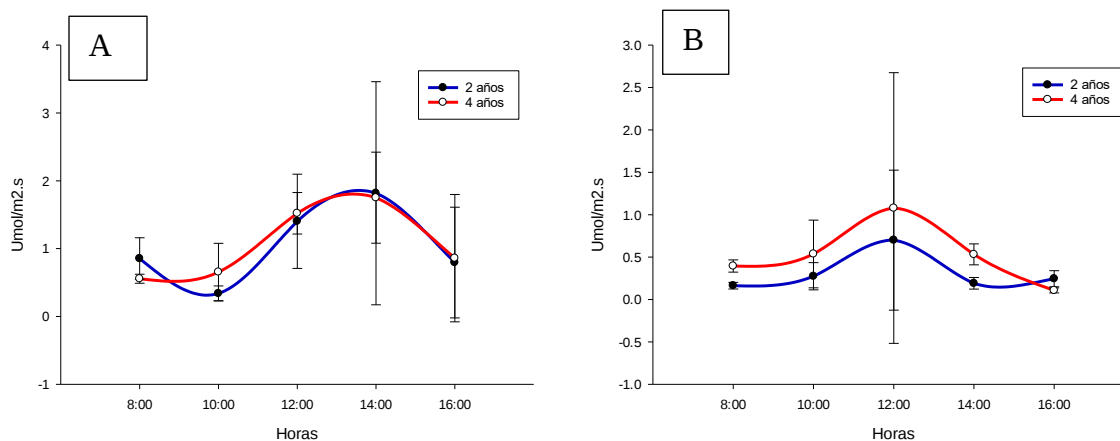


Figura 31

Tendencia de asimilación de CO₂ por horas en individuos de Mioporo (*Myoporum laetum*) de dos y cuatro años en época seca (A) y húmeda (B).

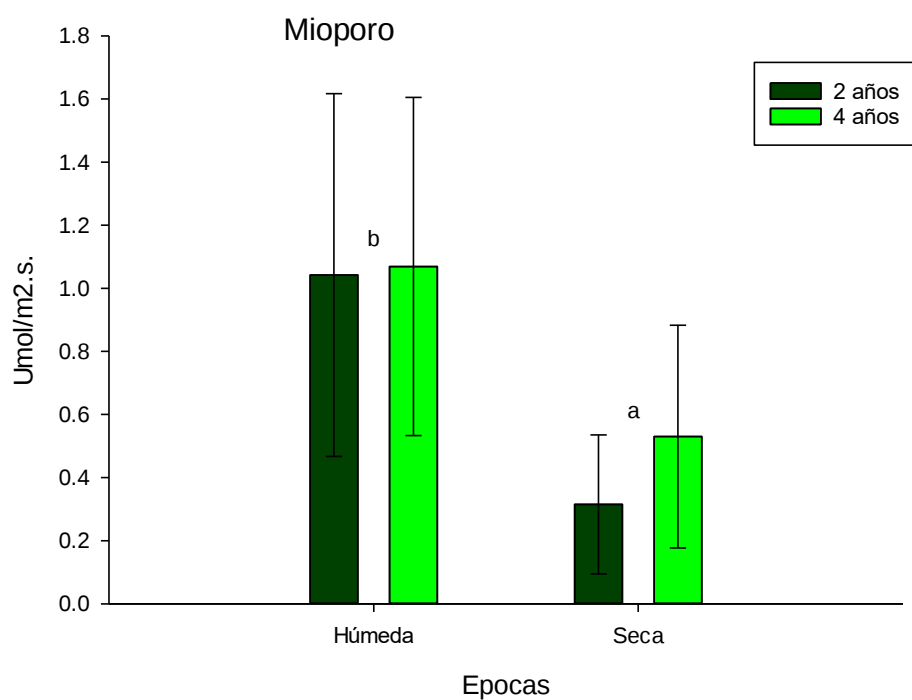


Figura 32

Asimilación de CO₂ en individuos de Mioporo (*Myoporum laetum*) de dos y cuatro años en época húmeda y seca

La Figura 31 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 32 muestran los promedios de asimilación de dióxido de carbono registrados durante época seca y húmeda a diferentes intervalos del día, en individuos de dos y cuatro años de la especie *Mioporum laetum*, donde se evidencia que, durante la época húmeda, los individuos de dos y cuatro años de *Mioporum* logran asimilar una mayor cantidad de dióxido de carbono a comparación de la época seca.

Así mismo, gracias al análisis estadístico basado en ANOVA y la prueba de Tukey, entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo (Anexo 7), se determinó que existe diferencia significativa en la asimilación de carbono con respecto a la época y a la hora de muestreo ($p < 0.01$ y $p < 0.05$, respectivamente), demostrando que, durante la época húmeda, específicamente a las 12:00 y en temporada húmeda, a las 14:00 horas se logra la mayor asimilación de CO₂.



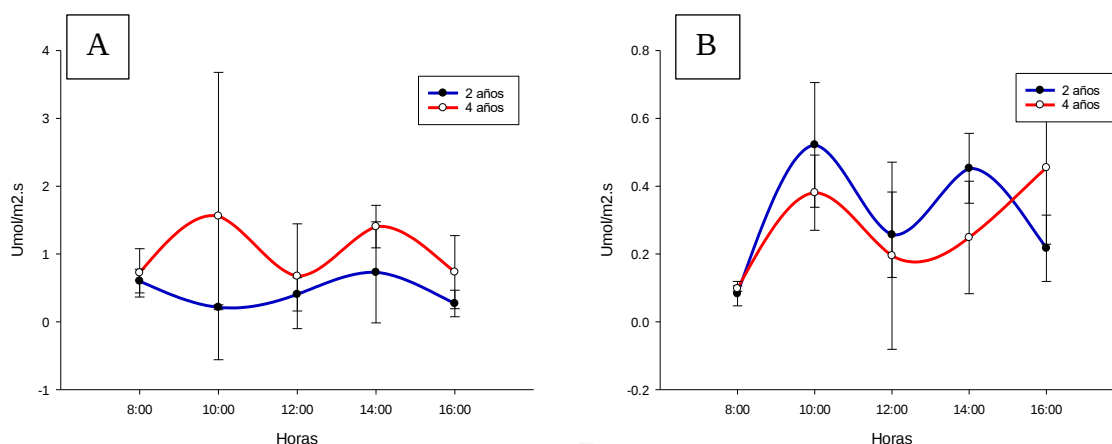


Figura 33

Tendencia de asimilación de CO₂ por horas en individuos de Mimosa (*Acacia saligna*) de dos y cuatro años en época seca (A) y húmeda (B).

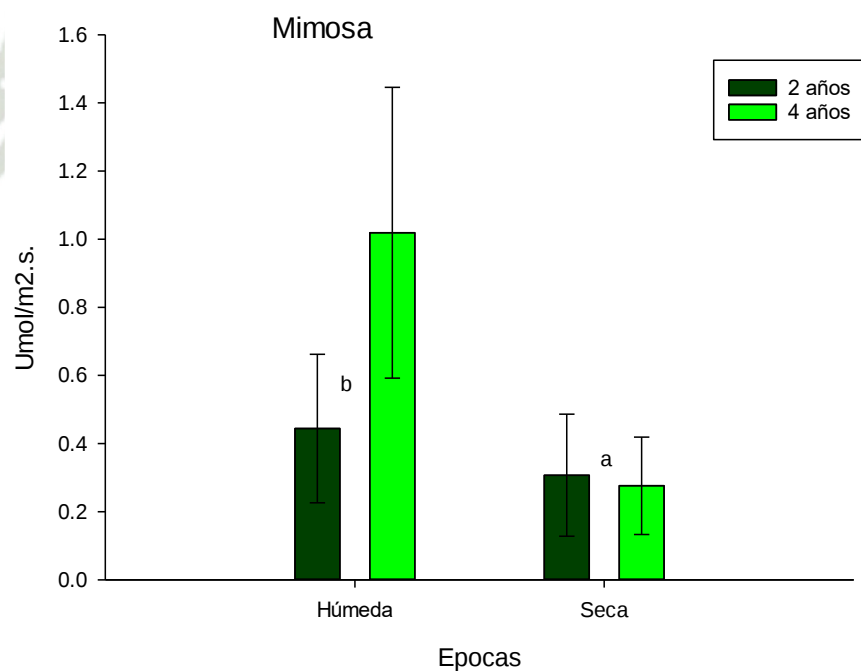


Figura 34

Asimilación de CO₂ en individuos de Mimosa (*Acacia saligna*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca

La Figura 33 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 34 muestran los promedios de asimilación de dióxido de carbono registrados durante época seca y húmeda a diferentes intervalos del día, en individuos de la especie Mimosa (*Acacia saligna*) de dos y cuatro años se evidencia que, durante la época húmeda, los individuos logran asimilar una mayor cantidad de dióxido de carbono a comparación de la época seca. Esto se logró comprobar mediante el análisis estadístico adjunto en el Anexo 8, donde el análisis ANOVA complementado con la prueba de especificidad de Tukey entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo, lograron determinar que existe diferencia significativa con respecto al factor época ($p < 0.01$), confirmando que es en la época húmeda donde se alcanza el promedio más alto de asimilación de dióxido de carbono con un promedio de $0.7314 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, además, la interacción de los factores de época y edad mostró también diferencia significativa ($p < 0.05$), logrando determinar que los individuos de cuatro años son quienes asimilar la mayor cantidad de dióxido de carbono en época húmeda, con un promedio de $0.9875 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ a las 14:00 horas cuando la PAR era de $800.01 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ y la incidencia solar de $190.14 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$.

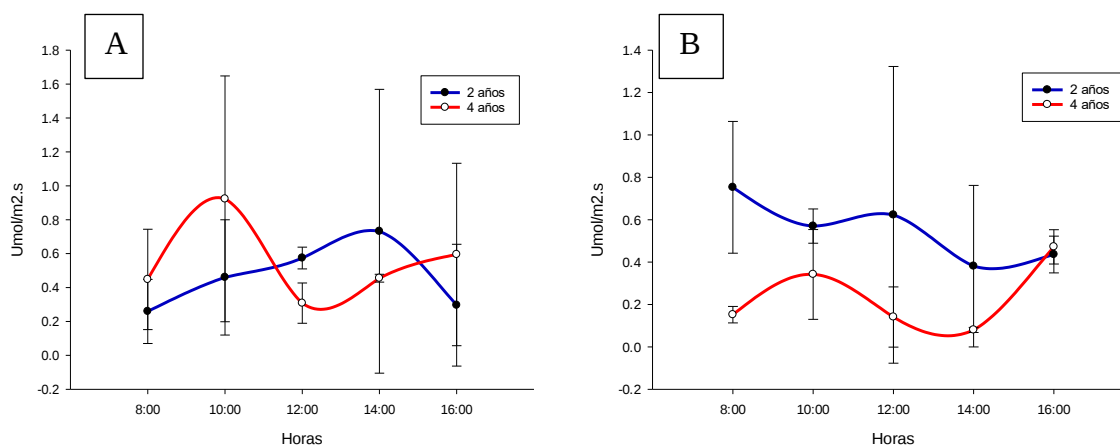


Figura 35

Tendencia de asimilación de CO₂ por horas en individuos de Mora (*Morus nigra*) de dos y cuatro años en época seca (A) y húmeda (B).

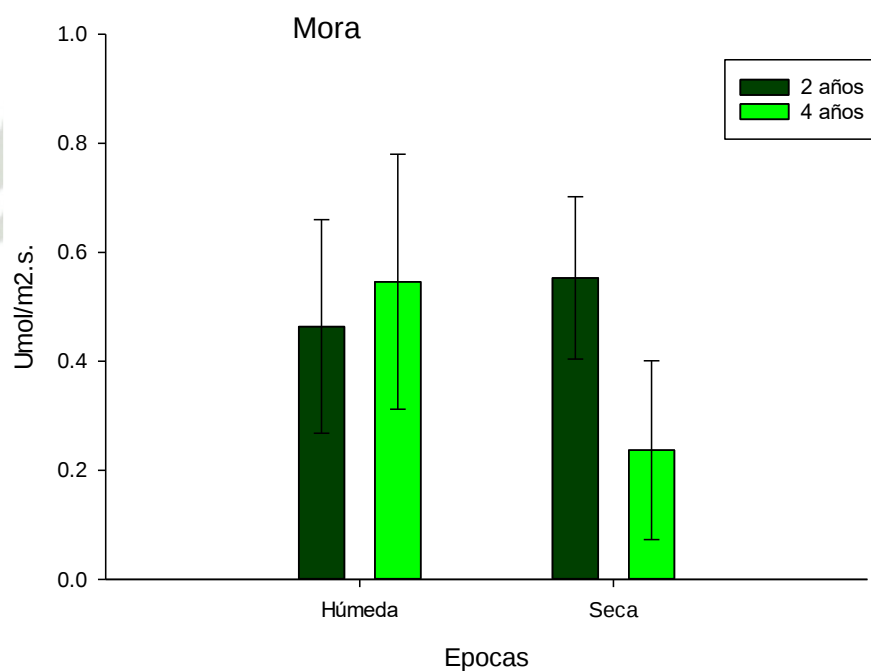


Figura 36

Asimilación de CO₂ en individuos de Mora (*Morus nigra*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca

La Figura 35 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 36 muestran los promedios de asimilación de dióxido de carbono registrados durante época seca y húmeda a diferentes intervalos del día, en individuos de dos y cuatro años de edad de la especie Mora (*Morus nigra*), donde se muestran promedios cercanos de asimilación en individuos de dos y cuatro años durante ambas épocas, por lo que, según el análisis estadístico (ANOVA y prueba de especificidad de Tukey entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo), adjunto en el Anexo 9, se determinó que no existe diferencia significativa en la variable “Época” ($p > 0.05$). Numéricamente, es en la época húmeda donde ligeramente se obtiene la mayor asimilación de dióxido de carbono con un promedio de $0.5051 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$. Cabe resaltar que al analizar la interacción de los factores época y edad, se halló diferencia significativa ($p < 0.05$), lo que confirma que los individuos de dos años durante la época húmeda logran asimilar la mayor cantidad de dióxido de carbono.

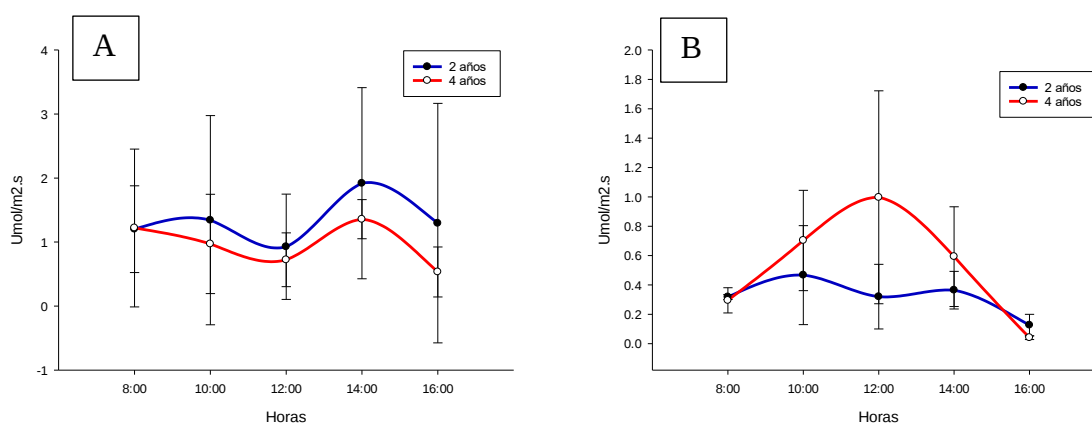


Figura 37

Tendencia de asimilación de CO₂ por horas en individuos de Fresno (*Fraxinus americana*) de dos y cuatro años en época seca (A) y húmeda (B).

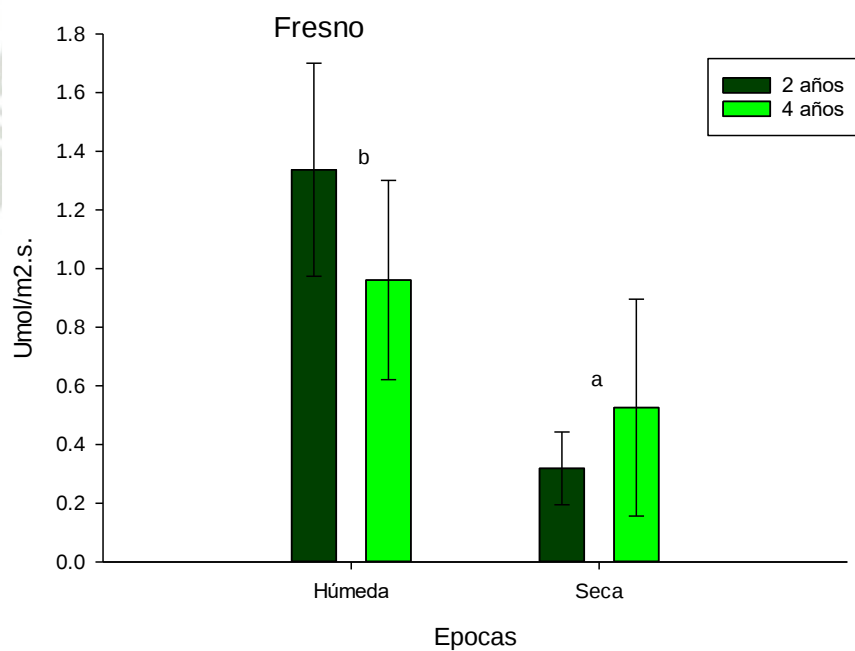


Figura 38

Asimilación de CO₂ en individuos de Fresno (*Fraxinus americana*) de dos y cuatro años de edad en época húmeda y seca

La Figura 37 (A – temporada seca y B – temporada húmeda) y la Figura 38 muestran los promedios de asimilación de dióxido de carbono registrados durante época seca y húmeda a diferentes intervalos del día, en individuos de dos y cuatro años de edad de la especie Fresno (*Fraxinus americana*), donde se observa que durante la época húmeda, los individuos de dos y cuatro años de Fresno logran asimilar una mayor cantidad de dióxido de carbono a comparación de la época seca, por lo que, mediante el análisis estadístico (ANOVA y prueba de especificidad de Tukey entre factores de asimilación de CO₂, incidencia solar - PAR, edades, época y hora de muestreo), adjunto en el Anexo 10, se determinó que solo el factor de épocas mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), y de acuerdo a los resultados del Test de Tukey se determinó que es en la época humedad donde se produce la mayor asimilación de dióxido de carbono llegando a asimilarse un promedio de 1.1489 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ de dióxido de carbono a las 14:00 horas cuando la PAR era de 799.99 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ y la incidencia solar de 156.56 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$.

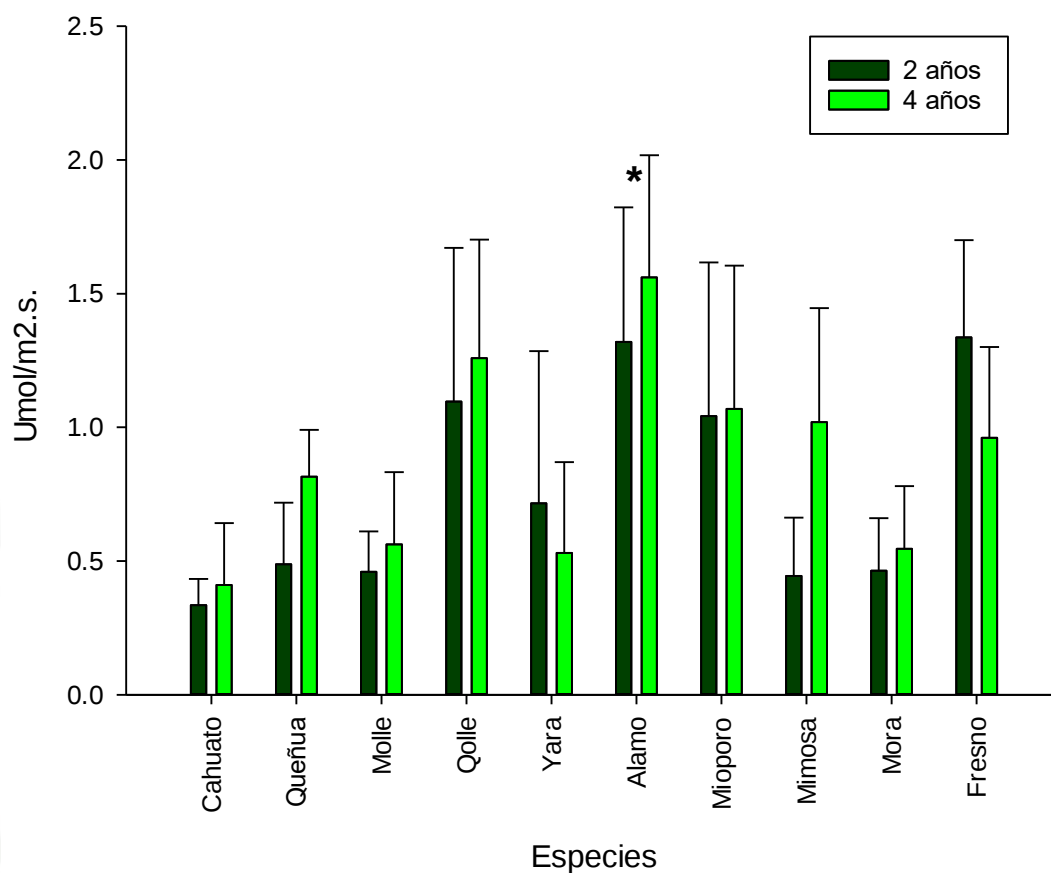
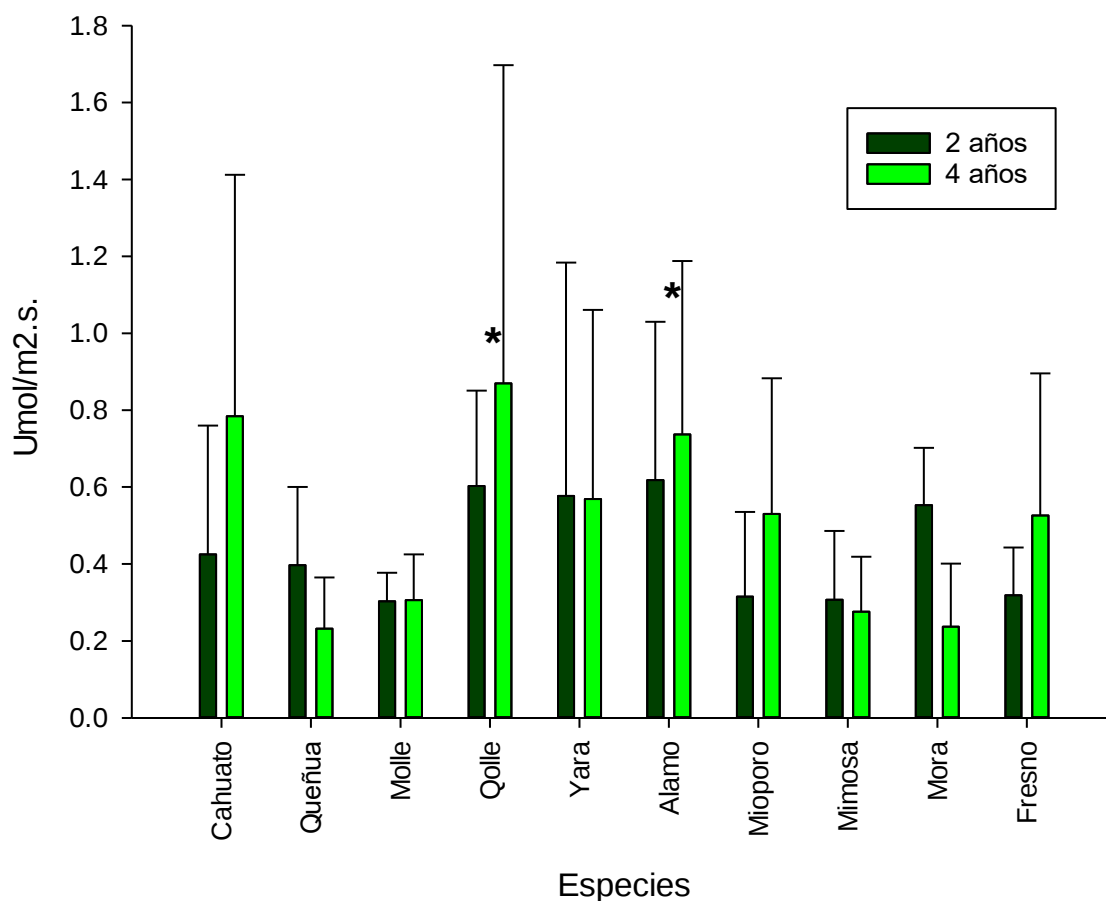


Figura 39

Asimilación de CO₂ en las diez especies evaluadas de dos y cuatro años en época húmeda


Figura 40

Asimilación de CO₂ en las diez especies evaluadas de dos y cuatro años en época seca

Las Figuras 39 y 40, muestran el resumen de los promedios de asimilación de CO₂ realizada por individuos de dos y cuatro años de edad de las diez especies evaluadas durante época húmeda y seca respectivamente, resaltando numéricamente que durante la época húmeda, los individuos de cuatro años de la especie Álamo logran la mayor asimilación de dióxido de carbono, alcanzando más de 1.5 $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$, mientras que en época seca, son los individuos de cuatro años de la especie Qolle los que logran asimilar la mayor cantidad de dióxido de carbono, con un promedio mayor a 0.8 $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$.

Promedio anual de carbono capturado

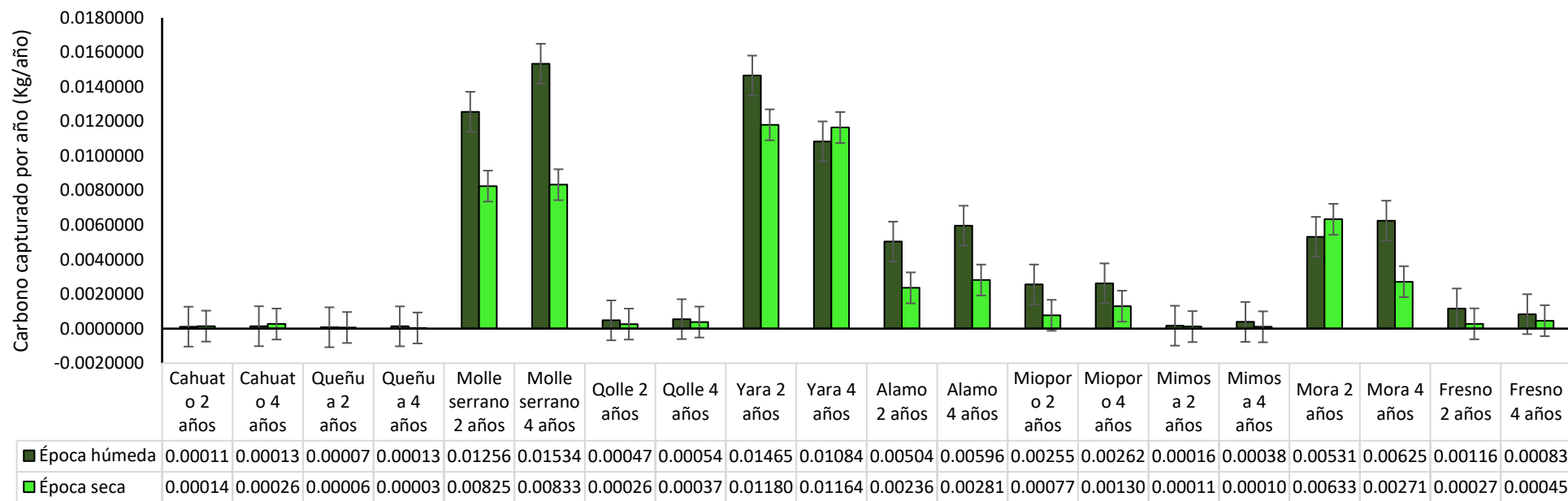


Figura 41

Resumen del carbono capturado por individuos de dos y cuatro años de las diez especies evaluadas en época húmeda y seca

La Figura 41, muestra el resumen del carbono capturado por individuos de dos y cuatro años de edad de las diez especies evaluadas en época húmeda y seca, cabe resaltar que el carbono capturado se halló mediante la conversión de asimilación de CO_2 diaria en kilogramos de carbono capturados por un año, teniendo en cuenta tanto los valores de asimilación como el área foliar de cada especie evaluada (Anexo 14), por lo que el valor de la captura de carbono se ve influenciado por el área de la hoja de cada especie, obteniendo que, durante época húmeda, los individuos de cuatro años de la especie Molle Serrano son los que logran capturar la mayor cantidad de carbono en su biomasa, más de 0.0140 kgC/año, mientras que en época seca, son los individuos de dos y cuatro años de la especie Yara quienes logran los mayores promedios de carbono capturado con más de 0.0120 kgC/año.



4.4. Resultados de la medición del potencial hídrico en 2 edades distintas de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

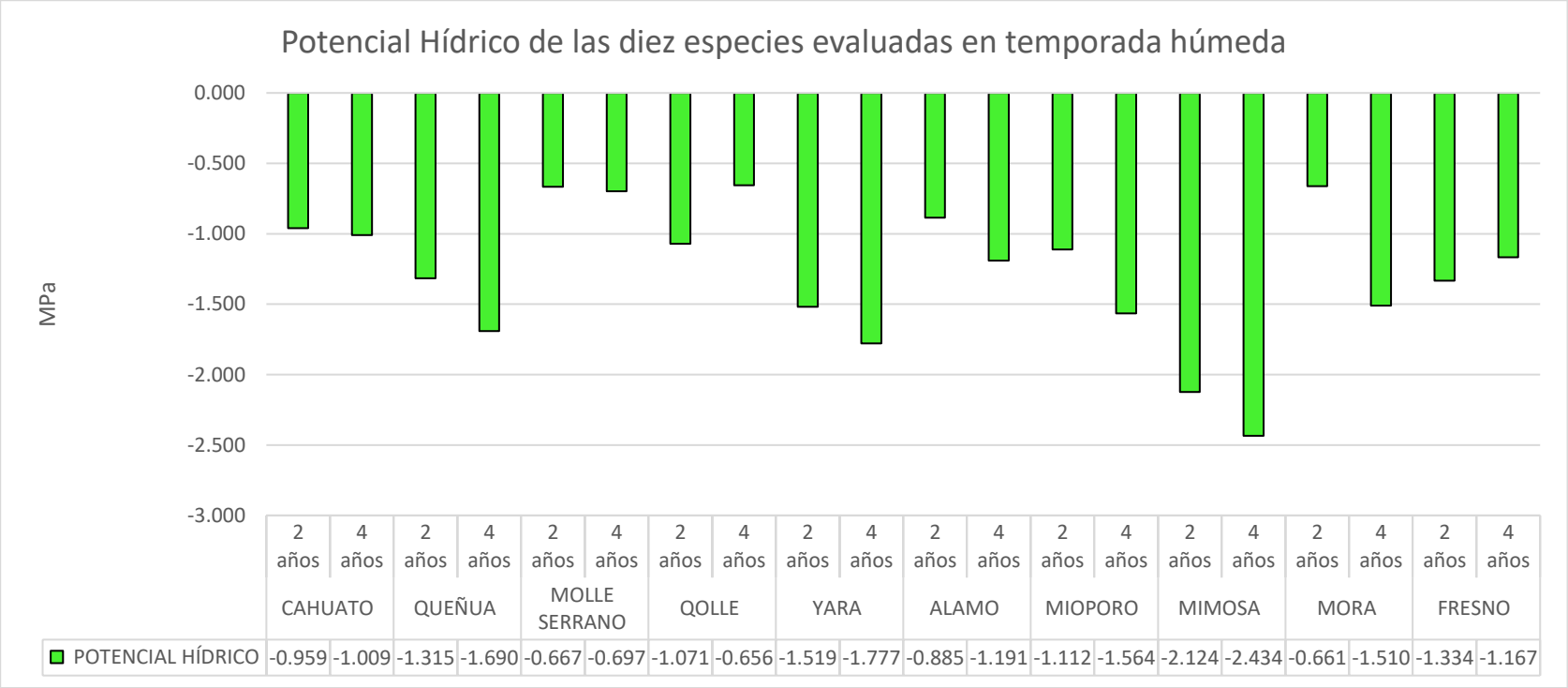


Figura 42
Potencial hídrico de las diez especies forestales en función de la edad de las especies forestales en estudio en temporada húmeda

Fuente: Elaboración propia

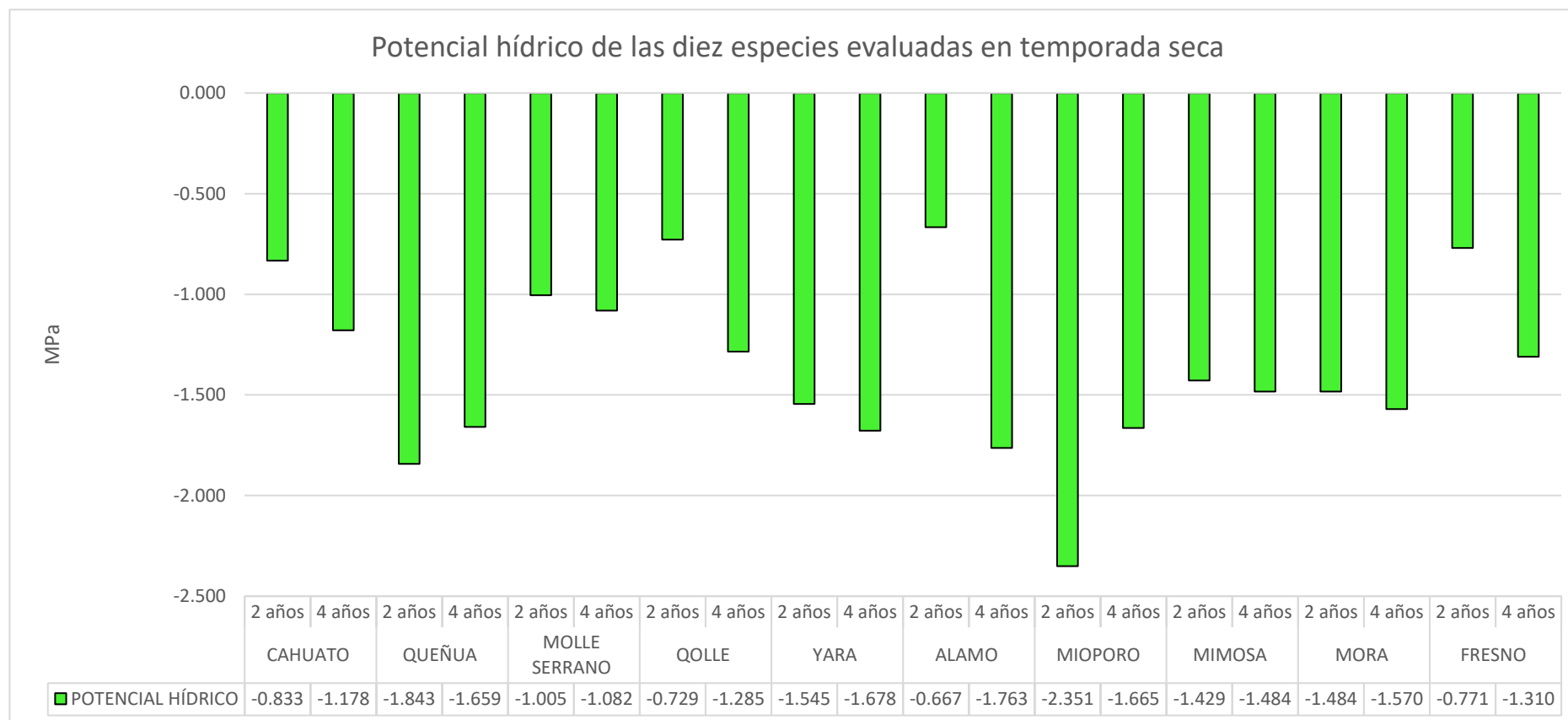


Figura 43

Potencial hídrico de las especies forestales en función de la edad de las especies forestales en estudio en temporada seca

Fuente: Elaboración propia

Las Figuras 42 y 43 muestran los resultados de las mediciones de potencial hídrico en temporada húmeda y seca respectivamente, de las diez especies forestales seleccionadas en el periodo comprendido entre las 12 y 14 horas del día, cuando la incidencia solar registraba sus valores más altos, tanto en época seca como en época húmeda.

Con respecto a temporada húmeda, los datos obtenidos, basados en la escala de Hsiao (1973), indican que el potencial hídrico más crítico registrado es de la especie *Acasia saligna* "Mimosa" de dos y cuatro años de edad con -2.434 y -2.124 MPa, seguido de la especie *Neltuma calderensis* "Yara" de 4 años con -1.777, cerca se encuentra el potencial hídrico de la especie *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 4 años con -1.69, posteriormente está la especie *Myoporum laetum* "Mioporo" de 4 años con -1.191 y *Morus nigra* "Mora" de 4 años con -1.51. Así mismo, las especies que registraron un estrés hídrico moderado fueron *Fraxinus americana* "Fresno" de 2 años con -1.334 y *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 2 años con -1.314. Seguidamente, las especies con bajo estrés hídrico fueron *Populus deltoides* "Alamo" de 4 años con -0.885, *Fraxinus americana* "Fresno" de 4 años con -1.510, *Myoporum laetum* "Mioporo" de 2 años con -1.112, *Buddleja coriácea* "Qolle" de 2 años con -0.656 y *Tecoma fulva subsp. arequipensis* "Cahuato" de 4 años con -1.009. Finalmente, para la época húmeda, las plantas consideradas bien regadas fueron los individuos de 2 años de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* "Cahuato" con -0.959, *Populus deltoides* "Alamo" de 2 años con -0.885, *Schinus Molle* "Molle Serrano" de 2 y 4 años con -0.667 y -0.697, *Morus nigra* "Mora" de 2 años con -0.661 y *Buddleja coriácea* "Qolle" de 4 años con -0.665 MPa. En cuanto al potencial hídrico registrado en época seca los resultados basados en la escala de Hsiao (1973) indican que el potencial hídrico más crítico registrado corresponde a individuos de dos años de la especie *Myoporum laetum* "Mioporo" con -2.351, seguido de la *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 2 años con -1.843 MPa, *Populus deltoides* "Alamo" de 4 años con -1.763, *Neltuma calderensis* "Yara" de 4 años con -1.678, *Myoporum laetum* "Mioporo" de 4 años con -1.665, *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 4 años con -1.659, *Morus nigra* "Mora" de 4 años con -1.570. Además, las especies que registraron un estrés moderado fueron *Acasia saligna* "Mimosa" de 4 años con -1.484, *Morus nigra* "Mora" de 2 años -1.484, seguido de la *Acasia saligna* "Mimosa" de 2 años con -1.429, *Fraxinus americana* "Fresno" de 4 años con -

1.310, *Buddleja coriácea* "Qolle" de 4 años -1.285. Seguidamente, las especies con bajo estrés hídrico fueron *Tecoma fulva subsp. arequipensis* "Cahuato" de 4 años con -1.178, *Schinus Molle* "Molle Serrano" de 2 y 4 años con -1.005 y -1.082. Finalmente, las especies bien regadas fueron *Tecoma fulva subsp. arequipensis* "Cahuato" de 2 años con un potencial hídrico de -0.833, *Fraxinus americana* "Fresno" de 2 años con -0.771, *Buddleja coriácea* "Qolle" de 2 años con -0.729 y *Populus deltoides* "Alamo" de 2 años con -0.667 MPa.



4.5. DISCUSIONES

4.5.1. Discusión de los resultados de la determinación taxonómica de las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

La determinación taxonómica de las especies evaluadas arrojó que en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV) se propagan tanto especies nativas como introducidas, esto debido a la demanda de ambos tipos de especies por parte tanto de las municipalidades como por parte de las organizaciones que realizan campañas de forestación, lo cual concuerda con lo reportado por Linares (2008), quien señala que en la etapa de propagación de las especies en vivero, existe preferencia por especies exóticas en la forestación urbana se debe a su adaptabilidad y atractivo estético, ya que desarrollan mecanismos de adaptación que les permiten aprovechar al máximo los nutrientes que tienen a su alcance, dificultando que las especies nativas a su alrededor puedan aprovecharlos, provocando una alteración en el normal funcionamiento ecosistémico, así mismo, estos mecanismos hacen que las especies introducidas presenten un crecimiento acelerado que va de la mano con un envejecimiento prematuro, lo que decanta en una marchitez y muerte temprana. Así mismo, Montesinos (2012) indica que es preciso incentivar la propagación de especies nativas para promover el equilibrio ecosistémico del lugar donde se desarrollan, ya que, a largo plazo, estas especies son capaces de proveer servicios ecosistémicos de mayor calidad sin mayor utilización de recursos.

4.5.2. Discusión de los resultados de la determinación de las condiciones climáticas y del suelo en las que se desarrollan las diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

Como se muestra en los resultados de la determinación de las condiciones climáticas, estas juegan un papel importante en el desarrollo de las especies forestales, pues los datos muestran una marcada diferencia entre las temporadas húmeda y seca en términos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar y evapotranspiración. Debido a que, durante la temporada húmeda, las temperaturas son más estables y se presenta una mayor humedad relativa, condiciones que generalmente favorecen el crecimiento de las plantas en general, debido a una menor demanda de agua y una mayor disponibilidad de humedad y nutrientes en el suelo (Aristizábal, 2011). En contraste, la temporada seca presentó una mayor variabilidad térmica y menor humedad relativa, lo que puede inducir estrés hídrico en las plantas que no están adaptadas a estas condiciones, como es el caso de las especies introducidas, lo que puede afectar su crecimiento (Ramírez et al., 2014).

Cabe resaltar que el análisis del suelo reveló que se tiene una textura franco arenosa, pH neutro y niveles óptimos de conductividad eléctrica, factores que en conjunto proporcionan un ambiente favorable para la mayoría de las plantas (Cremona & Enriquez, 2020). Sin embargo, el bajo contenido de nitrógeno y la capacidad de intercambio catiónico sugieren una posible limitación en la disponibilidad de nutrientes, lo cual puede requerir enmiendas adicionales para sostener un crecimiento saludable de las plantas (Johnson et al., 2008; López, 2020). Estos hallazgos son coherentes con lo reportado por Panzardi et al. (2020), quienes destacan la importancia de una adecuada estructura del suelo para el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes. Por ello, el presente estudio resalta la necesidad de considerar las condiciones locales al seleccionar especies para la forestación urbana. Mientras que las especies exóticas pueden ofrecer beneficios inmediatos en términos de rápido crecimiento y atractivo visual, su uso excesivo puede tener impactos negativos a largo plazo en la biodiversidad y la salud de los ecosistemas urbanos (Montesinos et al., 2019). Por otro lado, las especies nativas, adaptadas a las condiciones específicas de Arequipa, como la baja precipitación y alta radiación solar, ofrecen ventajas en términos de resiliencia y sostenibilidad a largo plazo (Morales, 2021).

4.5.3. Discusión de los resultados de la medición de la asimilación de dióxido de carbono en dos edades distintas de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

Los resultados obtenidos muestran que la asimilación de dióxido de carbono es influenciada por las variables de edad y época del año pues afectan la capacidad fotosintética de las plantas estudiadas ya que los resultados muestran variaciones significativas en la asimilación de CO₂ tanto entre épocas (húmeda y seca) como entre las diferentes edades de las plantas (dos y cuatro años). En primer lugar, se observó que, durante la época húmeda, la mayoría de las especies exhibieron una mayor tasa de asimilación de CO₂ en comparación con la época seca. Esto puede explicarse por la disponibilidad de agua y la temperatura ambiental, factores que influyen directamente en la actividad fotosintética de las plantas. Específicamente, se destacó que individuos más jóvenes (dos años) tienden a mostrar una menor capacidad de asimilación de CO₂ en ambas épocas en comparación con los individuos más viejos (cuatro años), lo cual sugiere un posible efecto de madurez fisiológica en la eficiencia fotosintética como lo indica Carvajal (2001). Como indican López et al. (2019), el carbono secuestrado o capturado se refiere al carbono presente en el tronco de los árboles y exclusivamente vinculado al crecimiento de la biomasa, este fenómeno es común a todos los sistemas forestales, ya que surge de manera inherente a su crecimiento.

Los análisis estadísticos, como el ANOVA y las pruebas de Tukey, respaldaron estas observaciones al identificar diferencias significativas tanto entre épocas como entre las edades de las plantas, pues los individuos de cuatro años de la especie Molle Serrano son los que lograron capturar la mayor cantidad de carbono en su biomasa, más de 0.0140 kgC/año, mientras que en época seca, son los individuos de dos y cuatro años de la especie Yara quienes logran los mayores promedios de carbono capturado con más de 0.0120 kgC/año.

Huaco (2020), evaluó a 11 especies de las cuales 4 fueron evaluadas en la presente investigación, una especie nativas, *Schinus Molle* (Molle) y tres especies introducidas; *Fraxinus americana* (Fresno), *Morus nigra* (Mora) y *Acacia saligna* (Mimosa) en ese orden lograron capturar mayor cantidad de carbono. Sin embargo, al ser comparados con los datos obtenidos en la presente investigación, encontramos que la especie *Neltuma calderensis* con ventaja superó a otras 3 especies destacadas por Huaco. Ahora, es esencial resaltar que el carbono capturado por estas especies ya ha sido retirado de la atmósfera, lo que conlleva a la prestación del importante servicio ecosistémico de regulación de contaminantes, por lo que, a largo plazo, si se aumenta la forestación o se establecen áreas verdes con especies como *Schinus Molle* y *Neltuma calderensis*, esto podría contribuir significativamente a mitigar los impactos del cambio climático provocado por los gases de efecto invernadero, especialmente de CO₂.

Además, el carbono secuestrado por los individuos de Molle Serrano, es coherente con investigaciones previas como la realizada por Morales (2021), que también encontró que las especies nativas (Molle serrano y Jacarandá) tienden a presentar una mejor adaptación y eficiencia fotosintética bajo condiciones ambientales adversas, como alta incidencia solar y escasez de nutrientes en el suelo, además se destacó que la hora del día también influye en la asimilación de CO₂, con picos observados típicamente alrededor del mediodía cuando la radiación solar alcanza su máximo, patrón que coincide con la teoría de que las plantas optimizan la fotosíntesis durante las horas de máxima luz para maximizar la captura de energía solar (Sánchez, 2016).

Cabe resaltar que, según Sánchez (2016), Morales (2021) y Huaco (2020), tanto las especies nativas como las introducidas pueden proporcionar importantes servicios ecosistémicos, como la captura de carbono. No obstante, el entorno en el que se desarrollan juega un papel fundamental en su capacidad para desempeñar estas funciones de manera eficiente.

4.5.4. Discusión de los resultados de la medición del potencial hídrico en 2 edades distintas de diez especies forestales producidas en el vivero de Uchumayo de Sociedad Minera Cerro Verde.

En el presente estudio, se analizó el potencial hídrico de diez especies forestales en el vivero de Uchumayo de la Sociedad Minera Cerro Verde, durante las temporadas húmeda y seca. Los resultados obtenidos, mostrados en las Figuras 42 y 43, revelan variaciones significativas en función de la edad de las plantas y de las condiciones climáticas estacionales. Los datos obtenidos en este estudio pueden contrastarse con investigaciones previas para evaluar la consistencia de los resultados, como la realizara por Hsiao (1973), que indica que el potencial hídrico se clasifica en diferentes niveles de estrés, desde bajo hasta severo y pudo encontrar que las especies con folíolos adaptados a condiciones xerofíticas, presentan menor estrés hídrico que aquellas con folíolos no adaptados, lo que concuerda con los hallazgos de la presente investigación, pues durante la temporada húmeda, especies como *Acacia saligna* de 2 y 4 años mostraron potenciales hídricos extremadamente bajos (Figura 42), indicativos de un estrés hídrico severo, que puede compararse con lo obtenido por Huaco (2020) para *Acacia saligna* en condiciones similares.

En contraste, especies como *Schinus molle* tuvo nulo estrés hídrico y es contrastada con investigaciones previas como la realizada por Morales (2021), que también encontró que la especie nativa tiende a presentar una mejor adaptación y eficiencia fotosintética bajo condiciones ambientales adversas, como alta incidencia solar. Así mismo, la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* demostró un bajo estrés hídrico, registrando menores valores de estrés hídrico en ambas temporadas (Figuras 42 y 43). Estos resultados son similares a los reportados por Parra (1999), quien discute cómo las condiciones climáticas y la actividad fisiológica de la planta afectan directamente el potencial hídrico, especialmente durante el pico solar. La variabilidad observada puede atribuirse a múltiples factores, incluyendo la edad de las plantas, la especie específica y la gestión de riego en el área de desarrollo (Carvajal, 2011), por ejemplo, especies como *Myoporum laetum* y *Polylepis rugulosa* mostraron consistentemente altos niveles de estrés hídrico en ambas temporadas, lo cual puede indicar una adaptación insuficiente a las condiciones del vivero, a pesar de los esfuerzos de manejo (Araujo, 2002). La comparación con estudios previos subraya la importancia de considerar no solo la edad y la especie, sino también las condiciones ambientales y la gestión hídrica en la interpretación de los resultados del potencial hídrico. El estudio de Huaco (2020) proporciona un marco de referencia útil para evaluar el grado de estrés hídrico en las especies estudiadas, destacando la importancia de una gestión adecuada del agua para mejorar la adaptación y la

productividad de las plantas en viveros forestales, por todo ello, los resultados obtenidos muestran variaciones significativas en el potencial hídrico de las especies estudiadas, influenciadas por la edad de las plantas y las condiciones climáticas estacionales, por lo que es fundamental implementar estrategias de manejo adecuadas que optimicen el riego y promuevan una mejor adaptación de las especies al vivero y futuras investigaciones podrían enfocarse en métodos mejorados de riego y técnicas de aclimatación para mitigar el estrés hídrico observado, optimizando así el rendimiento y la salud de las plantas en viveros forestales.





CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

PRIMERO:

Es conveniente incentivar la forestación con especies nativas en favor de la biodiversidad y la salud de los ecosistemas urbanos.

SEGUNDO:

Las condiciones ambientales de la temporada húmeda; como la temperatura estable y además la disponibilidad de agua y nutrientes favorecen el crecimiento de las plantas en general. Sin embargo, las condiciones erráticas de la temporada seca suelen afectar más a las especies introducidas por su poca adaptabilidad a las condiciones ambientales.

TERCERO:

La asimilación de CO₂ es determinada por la edad fenológica, debido a que influye la madurez fisiológica y cantidad de biomasa, también es influenciada por las condiciones ambientales; tanto la época estacional, como la hora del día y la fisiología de la especie. Se demostró que la mayor captura de CO₂ en temporada húmeda la obtuvo la especie *Schinus Molle* “Molle Serrano” con 0.0160 kg CO₂/año y en temporada seca la especie *Neltuma calderensis* “Yara” con 0.0140 kg CO₂/año, esto debido a las buenas características de desarrollo vegetativo y por ser especies nativas, que están adaptados las condiciones ambientales de la zona altoandina de Arequipa. Además, por sus propiedades fisiológicas, como folios pequeños y raíces profundas presentan mayor adaptabilidad para resistir la sequía y los suelos salinos o alcalinos.

CUARTO:

En las especies nativas predominó la turgencia en las hojas, con excepción de *la Polylepis rugulosa* “Queñua” y la *Neltuma calderensis* “Yara” que presentaron estrés hídrico moderado. Sin embargo, su adaptación a la aridez de Arequipa permitió una asimilación adecuada de CO₂. Por otro lado, las especies exóticas tuvieron mayor incidencia de estrés hídrico y en consecuencia una depresión en la asimilación de CO₂. Con excepción del *Myoporum laetum* “Mioporo” por ser una especie adaptada a suelos ácidos, salinos o con escases de agua.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios detallados sobre la asimilación de CO₂ en diferentes altitudes. Esto es crucial ya que la respuesta de las hojas individuales puede variar significativamente con la intensidad de radiación solar, que a su vez cambia con la altitud, estos estudios permitirán ajustar las estrategias de manejo forestal para maximizar la absorción de CO₂ y mejorar la eficiencia fotosintética de las plantas en diversas altitudes.
- Se recomienda someter a las plantas a diferentes regímenes de riego para medir su asimilación de CO₂ y determinar su tolerancia a la sequía. Esta información es vital para desarrollar plantaciones más resistentes al cambio climático y optimizar el uso del agua.
- Se recomienda establecer experimentos controlados para identificar las especies y variedades que mejor se adaptan a condiciones de estrés hídrico.
- Se recomienda realizar una valoración económica y productiva para desarrollar estrategias silviculturales basadas en datos de Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR). Estos datos pueden ser utilizados para optimizar el desarrollo forestal, y mejorar la eficiencia del uso de recurso.
- Se recomienda utilizar bases de datos de los rangos de radiación fotosintéticamente activa para identificar las mejores prácticas de manejo forestal y adaptar las técnicas de cultivo a las condiciones locales, maximizando así la producción y minimizando los costos.
- Se recomienda someter a las plantas a diferentes tipos de suelo para medir su asimilación de CO₂ bajo diferentes concentraciones de nutrientes y minerales.
- Se recomienda ampliar el rango de edad de las plantas analizadas en estudios subsecuentes.
- Se recomienda el posible uso de estas especies en propuestas de conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abal, G. y Durañona, V. (2013). Manual técnico de Energía Solar Térmica Vol I: Fundamentos. Publicación electrónica Facultad de Ingeniería, UDELAR, Uruguay, http://www.energiasolar.gub.uy/documentos/capacitacion/manual_tecnico_solar_termica.pdf
- Araujo, W. (2002). Eficiência fotosintética y de uso del agua por malezas. *Revista Planta Daninha*, 28(1), 8792. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000100011
- Aristizábal, A. (2011). Diseño e implementación de una estación de monitoreo automática para medir humedad relativa, temperatura ambiente y luz incidente en invernaderos, usando instrumentación virtual.
- Arroyo, M., & Ramírez-Monroy, A. (2020). Dióxido de carbono, sus dos caras. *Anales de Química de la RSEQ*, 116(2), 81-81.
- Aspiazú, I., Sedyama, T., Ribeiro Jr., J., Silva, A., Concenco, G., Galon, L., . Araujo, W. (2010). Eficiência fotosintética y de uso del agua por malezas. *Revista Planta Daninha*, 28(1), 8792. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000100011
- Ayres, B. J. I., Grasso, D. R., & Berrueta, D. C. (2022). CONTROL DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA HIDROPÓNICA (NFT) BASADO EN EL PH. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16926/1/INIA-71-diciembre-2022-Ayres.pdf>
- Baca Soto, J. E. (2017). “Asimilación De Dióxido De Carbono (CO₂) De Especies Forestales Como Mecanismo De Compensación Ambiental En Una Vía De Alta Presión Vehicular (Avenida Separadora Industrial)—Lima, 2017”. Universidad César Vallejo.
- Bañón, D., Alarcón, J. J., Sánchez Blanco, M. J., & Bañón Arias, S. (2022). Valoración de índices salinos basados en la conductividad eléctrica del medio. Universidad Politécnica de Cartagena. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/10758>
- Blanquer, G., Manuel, J., Asensio, I., & Ramón, M. (s. f.). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

- Bombas Scholander. (2022). SOLEN | Equipos de Alta Presición. Recuperado 5 de mayo de 2023, de <https://www.solen.cl/bombas-scholander/>
- Burns, R. M. (1990). Silvics of North America: Conifers. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Cadena-Iñiguez, J., Ruiz-Posadas, L., Trejo, C., Sanchez-Garcia, P., & Aguirre Medina, J. (2001). REGULACIÓN DEL INTERCAMBIO DE GASES Y RELACIONES HÍDRICAS EN CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz). Revista Chapingo Serie Horticultura, VII, 21-27. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2000.11.079>
- Carvajal, M., Mota, C., Alcaraz, C., Iglesias, M., & Martínez, M. (2011). Absorción de CO₂ por los cultivos más representativos de la Región de Murcia. Less CO₂. https://www.researchgate.net/publication/285295502_Absorcion_de_CO2_por_los_cultivos_mas_representativos_de_la_Region_de_Murcia
- Casatejada Anchel, R. (2022). Estudio de las rutas de biosíntesis de serina en plantas y su interacción con el cambio climático [Doctoral thesis]. <https://roderic.uv.es/handle/10550/82026>
- Cedeño, P. A. M. (2021). Comparación de los factores internos que inciden en el metabolismo del CO₂ en plantas C₃ y C₄. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9293>
- Charcas-Salazar, H., Aguirre-Rivera, J. R., & Durán-García, H. M. (2012). Suelos irrigados en la región de Rioverde, San Luis Potosí, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(3), 509-523.
- Congreso de la República del Perú. (2005). DS N°008-2005 PCM. Por el cual se aprueba el reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Diario oficial del bicentenario El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Congreso de la República del Perú. (2005). Ley N° 28611. Por la cual se expide la ley general del ambiente. Diario oficial del bicentenario El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Congreso de la República del Perú. (2018). Ley N° 30754. Por la cual se expide la ley marco sobre cambio climático. Diario oficial del bicentenario El Peruano.

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-marco-sobre-cambio-climatico-ley-n-30754-1638161-1/>

Cremona, M. V., & Enriquez, A. S. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/209253>

Cuti Cuti, V. G., & Vargas Gutierrez, Y. R. (2023). Tratamiento de residuos orgánicos (plumas) generados en centros de faenamiento avícola a partir de compostaje optimizado con bacterias queratinolíticas, Arequipa 2020. requipa: Universidad Católica de Santa Maria. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12581>

Del Vecchio, S., Acosta, A., & Stanisci, A. (2013). The impact of Acacia saligna invasion on Italian coastal dune EC habitats. *Comptes Rendus Biologies*, 336(7), 364-369. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2013.06.004>

Denegri, M. J. (2014). Medición de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en planos con diferentes orientaciones, mediante el desarrollo y ensayo de un dispositivo ad-hoc, y verificación de modelos. <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/225>

Domingo-Santos, J., Villarán, R., Corral-Pazos-de-Provens, E., & Rapp-Arrarás, Í. (2008). Estimación de la capacidad de retención de agua en el suelo: Revisión del parámetro CRA. *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, ISSN 1131-7965, Vol. 15, No 1, 2006, pags. 14-23, 15.

Durán E., Ángel Y. y Suárez J. (2015) Dinámica de la radiación fotosintéticamente activa en arreglos agroforestales con Hevea brasiliensis en el norte de la Amazona colombiana. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 18 (2), 365-372.

El árbol de yaro: Un potencial sostenible -. (2022). Recuperado 13 de octubre de 2023, de <https://www.unsa.edu.pe/iciga/el-yaro>

ESCOBEDO-SÁNCHEZ, Mónica Montserrat, CONEJO-FLORES, Ricardo, DURÓN-TORRES, Sergio Miguel y GARCÍAGONZÁLEZ, Juan Manuel. (2020) Radiación Fotosintéticamente activa evaluada en la ciudad de Zacatecas. *Revista de Energía Química y Física*. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol7num22/Revista_de_Energia_Quimica_y_Fisica_V7_N22_1.pdf

Espino, K., & Fabrega, J. (2015). Asimilación de CO₂ en dos especies de plantas de un bosque húmedo tropical de Cerro Pelado, Gamboa. *I+D Tecnológico*, 11, 17-25.

Estimación del carbono almacenado en la biomasa de los árboles en un bosque de colina baja, distrito Tahuanía – Región Ucayali. (2021). Recuperado 21 de noviembre de 2022, de <https://repositorio.unu.edu.pe/items/33dfca85-30ef-4951-a95e-9060c6794076>

Estudio de stock de carbono RED-PD 03311 Rev.pdf. (2013). Recuperado 21 de noviembre de 2022, de https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2995/Technical/Estudio%20de%20stock%20de%20carbono%20RED-PD%2003311%20Rev.pdf?v=1412670668

F.-M. (2019). Perceptions of climate and climate change by Amazonian communities. *Global Environmental Change*, 57, 101923. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.007>

Flores Garcia, K. M. (2021). Estimación del carbono almacenado en la biomasa de los árboles en un bosque de colina baja, distrito Tahuanía—Región Ucayali. Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5175>

G. Allen, R., S. Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Estudio riego y drenaje. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/147846>

García Rodríguez, A. (2022). Modelización matemática de la radiación solar fotosintéticamente activa (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Burgos]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=309766>

Gobierno aprueba Decreto de Urgencia que establece incentivos para fomentar el “chatarreo”. (2019). Recuperado 03 de noviembre de 2022, de <https://infoaireperu.minam.gob.pe/gobierno-aprueba-decreto-de-urgencia-que-establece-incentivos-para-fomentar-el-chatarreo/>

González-Vergel, M. S., Carvajal-Rodriguez, J. C., Núñez-Rodríguez, J. D. J., & Marinero'Orantes, E. A. (2023). Factores determinantes en las emisiones de CO₂ en Colombia originados por la explotación del carbón. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 9(17), 2107-2117

- Grossi, H. (2005) Distribución Espacial de la Radiación Fotosintéticamente Activa en Argentina. *Meteorológica*. 29. 27-36.
- Gutiérrez Del Pozo, D. (2010). Aclimatación de la fotosíntesis en el dosel vegetal del trigo al aumento del CO₂ atmosférico: Función del nitrógeno y las citoquininas en cultivos en cámaras de campo con clima mediterráneo [Universidad de Salamanca]. <https://doi.org/10.14201/gredos.76493>
- Gutierrez Flores, I., Sanga Franco, M., Ticona Quispe, P., Gutierrez Flores, I., Sanga Franco, M., & Ticona Quispe, P. (2023). Características estructurales y preferencias topográficas de rodales de *Polylepis rugulosa* según la exposición de las laderas en la región más árida del suroeste de los Andes peruanos. *Bosque (Valdivia)*, 44(2), 363-376. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002023000200363>
- Hernández, P. (2014). Captura de carbono del arbolado urbano de la Unidad Deportiva Sierra Hermosa, Tecámac, Edo. de México. *Trabajo de Investigación, Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales, Chapingo*.
- Huaco León, M. J. (2020). Estimación de la captura de CO₂ de las especies forestales en la Alameda de las Tradiciones, centro poblado de Congata, Arequipa—2019. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11817>
- Huertas, L. (2008). El control ambiental en invernaderos: humedad relativa. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_2008_205_52_54.pdf
- Idro Montes, F. B., Acevedo Opazo, C. (Profesor guía), & Maldonado González, F. (Profesor informante). (2022). Evaluación de bioestimulantes como herramienta de mitigación al estrés ambiental sobre las variables de estado hídrico e intercambio gaseoso en plantas de cerezo dulce (*Prunus avium* L.) cv. Santina [Thesis, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía.]. <http://dspace.utalca.cl/handle/1950/13359>
- INFORME N°17- 2023-SENAMHI-DMA-SPC.pdf. (2023). Recuperado 25 de octubre de 2023, de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4414953/INFORME%20N%C2%B017-%202023-SENAMHI-DMA-SPC.pdf?v=1681168992>

- Informe-técnico-No43-julio_2023.pdf. (2023). Recuperado 25 de octubre de 2023, de https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/2868/Informe-t%c3%a9cnico-N%c2%ba43-julio_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IV_FIN_107_TI_Mora_López_2020.pdf. (2020). Recuperado 16 de septiembre de 2023, de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10753/1/IV_FIN_107_TI_Mora_L%c3%b3pez_2020.pdf
- La capacidad de campo de un suelo – www.tecnicoagricola.es. (2014, octubre 2). <https://www.tecnicoagricola.es/la-capacidad-de-campo-de-un-suelo/>
- López Valenzuela, a. (2016). Valoración económica del servicio ambiental de asimilación de carbono en el fundo violeta (distrito de Tahuamanu – Madre de dios). 81.
- López, C. F. V., Vargas, J. A. C., Romero, J. C. T., Lenis, A. R. G., Ausique, V. F. F., Chaves, C. M. D., y Gómez, S. P. M. (2019). Secuestro y almacenamiento de carbono (pp. 106-117). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- López, E. M. R. (2020). Impacto de la producción orgánica de Eucalyptus greens vc. Silver dollar en las características fisicoquímicas del suelo.
- Mardesley_Tesis_Licenciatura_2022.pdf. (2022). Recuperado 16 de agosto de 2023, de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5363/Mardesley_Tesis_Licenciatura_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Masson-Delmotte, V., & Zhai, P. (2016). Resumen para responsables de políticas Resumen técnico Preguntas frecuentes Glosario. 110.
- Medina Torres, R., Salazar Garcia, S., Ortiz Caton, M., & Valdivia-Bernal, R. (2011). VARIACION ESTACIONAL DE LA FOTOSINTESIS EN VARIOS CULTIVARES DE AGUACATE. <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/02-03/biociencias3-4.pdf>.
- MINAM. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible e Indicadores. Lima: Ministerio del Ambiente, Dirección General de Investigación e Información Ambiental.
- Montero Torres, J. (2022). Relación de la radiación solar con la producción de plantas: Agroproductivas. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 9(1), 52-66. <https://doi.org/10.53287/oqym7033yy88k>

- Montesinos, D. B. (2012). Árboles y leñosas de Arequipa: Soluciones para mitigar la contaminación. Arequipa: Cuzzi y Cía., S.A.
- Mora López, V. C. (2020). Evaluación de la eficiencia de captura de carbono por parte de la flora fanerogámica nativa presente en el parque recreacional Selva Alegre en la ciudad de Arequipa. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10753>
- Morales, D. (2013). Efecto de altas temperaturas en algunas variables del crecimiento y el intercambio gaseoso en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Amalia). Cultivos tropicales, 27(1), 45-48.
- Morales-Pino, C. (2021). Estimación de la asimilación de Dióxido de carbono, en cuatro especies forestales ubicadas en el Bosque del Colegio Militar Francisco Bolognesi, Alto Selva Alegre, Arequipa - 2019 (thesis). Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Retrieved from <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10741>
- Nyambuu, U., & Semmler, W. (2020). Climate change and the transition to a low carbon economy – Carbon targets and the carbon budget. *Economic Modelling*, 84, 367-376. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.04.026>
- Nyambuu, U., & Semmler, W. (2020). Climate change and the transition to a low carbon economy – Carbon targets and the carbon budget. *Economic Modelling*, 84, 367-376. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.04.026>
- Olsovska, K., Kovar, M., Brestic, M., Zivcak, M., Slamka, P., & Shao, H. B. (2016). Genotypically Identifying Wheat Mesophyll Conductance Regulation under Progressive Drought Stress. ResearchGate. Recuperado 4 de mayo de 2023, de https://www.researchgate.net/figure/The-net-CO2-assimilation-rate-AN-mmol-CO2-m-2-s-1-response-to-mesophyll-conductance_fig5_305710665
- Panzardi, C. A., Quiroz, N. C., & Erkia, S. (2020). Recuperación de suelos sódicos. *Agrotecnia*, 29, Article 29. <https://doi.org/10.30972/agr.0294523>
- Parra, N., & Moratiel Yugueros, R. (1999). ph concepto medida y aplicaciones en agricultura y medio ambiente. INFOAGRO https://www.infoagro.com/abonos/pH_informacion.htm

- Perea, B. E. L. (2008). SELECCIÓN DE ESPECIES ADECUADAS PARA FORESTAR Y REFORESTAR LA CIUDAD AREQUIPA.
<https://data.metabolismofcities.org/library/41961/download/41966/>
- Perú, S. N. de M. e H. del. (2022). Vigilancia de la calidad del aire área metropolitana de Lima y Callao (mayo 2022). Repositorio Institucional - SENAMHI.
<http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/2222>
- PictureThis—Aplicación de Identificación de Plantas | Identificación de Plantas en línea. (s. f.). PictureThis. Recuperado 14 de octubre de 2023, de <https://www.picturethisai.com/es/>
- Pinedo, G., Echeverría, R., & Rengifo, L. (2010). DETERMINACIÓN DEL STOCK DE BIOMASA Y CARBONO EN EL CULTIVO DE PIÑÓN BLANCO (*Jatropha curcas* L.) EN PLANTACIONES DE 2 Y 4 AÑOS DE EDAD.
<https://repositorio.inia.gob.pe/items/3acc221d-6789-48e1-91fb-62ba276617e0>
- Populus: Características, hábitat, especies, cultivo. (2020, marzo 3). Lifeder.
<https://www.lifeder.com/populus/>
- Rada, F., Jaimez, R. E., García-Núñez, C., & Azócar, A. (2005). Relaciones hídricas e intercambio de gases en *Theobroma cacao* var. Guasare bajo períodos de déficit hídrico. Rev. Fac. Agron.
- Ramírez, H. A. C., Marín, Á. M. C., Herrera, N. M. R., & Bonilla, D. O. (2014). INTERCAMBIO GASEOSO EN *Eucalyptus pellita* F.Mell Y *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden EN DOS REGIONES DE COLOMBIA.
- Righini, R., & Grossi Gallegos, H. (2005). Análisis de la correlación entre la radiación fotosintéticamente activa y la radiación solar global en San Miguel, provincia de Buenos Aires. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 9.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/83063>
- Rojas Quincho, J. P. (2020). Contaminación del Aire. En Repositorio Institucional—SENAMHI. Universidad Peruana Cayetano Heredia – UPCH.
<http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/2026>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Rovida Kojima, E. A. (2023). Respuesta ecofisiológica al estrés hídrico de clones de *Populus* en la provincia de Mendoza: Análisis a escala de rodal y en condiciones experimentales controladas [Tesis, Universidad Nacional de La Plata].
<https://doi.org/10.35537/10915/156980>

Sager J. and J.C. McFarlane, (1997). Radiation en: Langhans, R. W. and Tibbitts, T. W.

Salida y puesta de sol de Arequipa, Perú. (s. f.). Recuperado 14 de octubre de 2023, de
https://sunrise.maplogs.com/es/arequipa_peru.5062.html

Sánchez, M. M. E., Torres, S. M. D., González, J. M. G., Saldivar, V. M. G., & Cabrera, A. E. G. (2020). Radiación fotosintéticamente activa. Memoria Universitaria, 2(2), Article 2. <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/MemUni/article/view/810>

Sandoval, E., Dörner, J., Seguel, O., Cuevas, J., & Rivera, D. (2023). Métodos De Análisis físicos De Suelos.

Santamaría, M. I. R., Cabrera, D. T., Santiago, A. I. L., Trejo, J. P., García, M. S., & Navarrete, A. M. (2023). Impacto del cambio climático sobre la fotosíntesis, fotorrespiración y respiración de plantas C3. Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP, 9(Especial), Article Especial. <https://doi.org/10.29057/icap.v9iEspecial.8764>

Soriano—Conductividad eléctrica del suelo.pdf. (s. f.). Recuperado 18 de agosto de 2023, de
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/105110/Soriano%20-%20Conductividad%20el%20c%20a%20ctrica%20del%20suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). Fisiología Vegetal. (pp. 109). Universidad Jaume.
<https://fisiologiavegetalundec.files.wordpress.com/2018/04/fv-taiz-zeiger-vol-i.pdf>

TEXTURA DEL SUELO. (s. f.). Recuperado 9 de mayo de 2023, de
https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

Tiquia, S.M., Tam, N. F. Y. (1999). Fate of nitrogen during composting of chicken litter. Environmental Pollution, 110, 535-541. <https://doi.org/10.1016/S0269->

Tsigaris, P., & Wood, J. (2019). The potential impacts of climate change on capital in the 21st century. *Ecological Economics*, 162, 74-86. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.04.009>

Valoración fitosanitaria de la kiswa (Buddleja coriácea Remy) y la Queñua (Polylepis incana Kunth) especies ornamentales en la ciudad de EL Alto—La Paz. (2015). Recuperado 12 de octubre de 2023, de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6877>

Vivero SMCV. (2022). Procedimiento Operativo Estándar para tratamiento de semillas.

Yu, D., Liu, Y., Shi, P., & Wu, J. (2019). Projecting impacts of climate change on global terrestrial ecoregions. *Ecological Indicators*, 103, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.006>

Yu, X., Keitel, C., & Dijkstra, F. A. (2023). Ameliorating soil acidity with calcium carbonate and calcium hydroxide: effects on carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(4), 5270-5278.

Zheng, X., Streimikiene, D., Balezentis, T., Mardani, A., Cavallaro, F., & Liao, H. (2019). A review of greenhouse gas emission profiles, dynamics, and climate change mitigation efforts across the key climate change players. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1113-1133. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.140>

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de varianza para asimilación de carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por épocas, horas y edades en *Tecoma fulva subsp. arequipensis* “Cahuato”.

Tabla 11

Rendimiento cuántico de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis</i> “Cahuato”	2 años	08:00:00	0.080	86.658	103.400
		10:00:00	0.483	100.008	658.887
		12:00:00	0.352	266.656	643.957
		14:00:00	0.962	266.662	566.600
		16:00:00	0.246	263.349	87.482
	4 años	08:00:00	0.449	73.353	280.041
		10:00:00	0.657	266.656	693.971
		12:00:00	0.695	266.668	403.932
		14:00:00	1.863	266.688	497.736
		16:00:00	0.258	169.998	44.766

Fuente: Elaboración propia

Figura 44

Rendimiento fotosintético de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en función de la hora en temporada seca

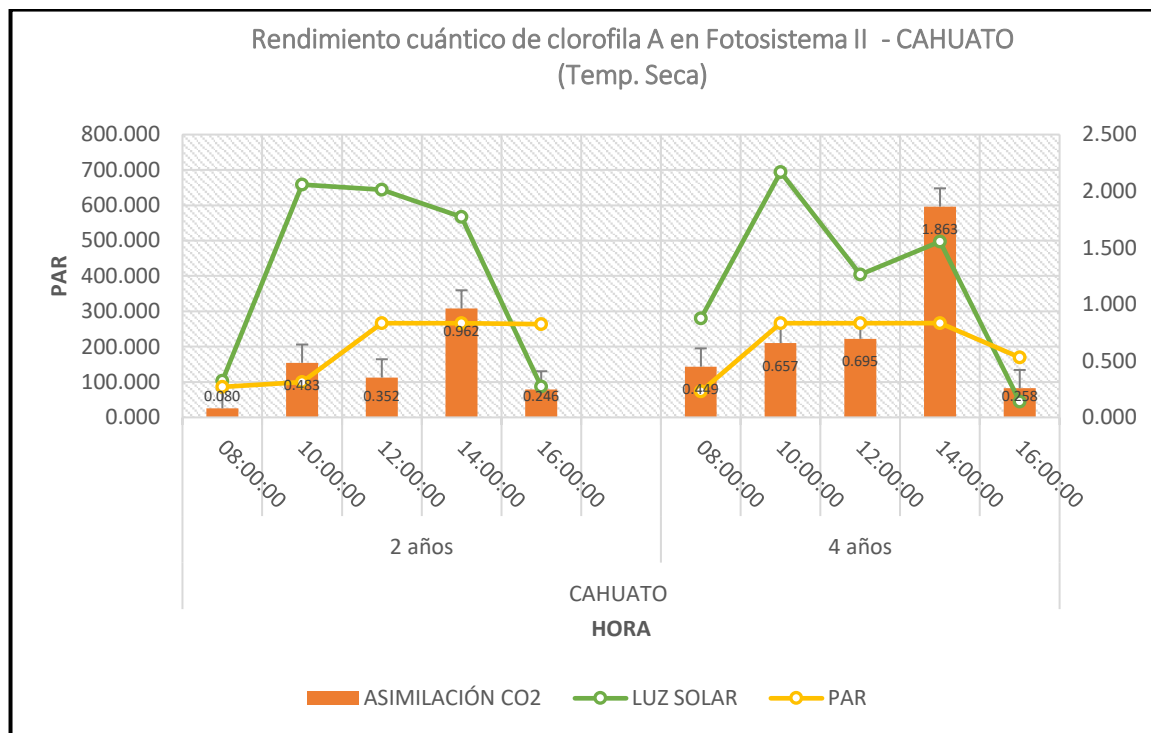


Tabla 12

Rendimiento cuántico de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis</i> “Cahuato”	2 años	08:00:00	0.325	199.968	355.769
		10:00:00	0.236	200.024	474.936
		12:00:00	0.469	666.639	505.136
		14:00:00	0.394	800.003	729.634
		16:00:00	0.253	799.987	121.213
	4 años	08:00:00	0.472	199.997	341.359
		10:00:00	0.210	200.024	449.197
		12:00:00	0.299	666.660	320.169
		14:00:00	0.789	800.000	233.408
		16:00:00	0.281	799.987	94.665

Fuente: Elaboración propia

Figura 45

Rendimiento cuántico de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en función de la hora - temporada húmeda

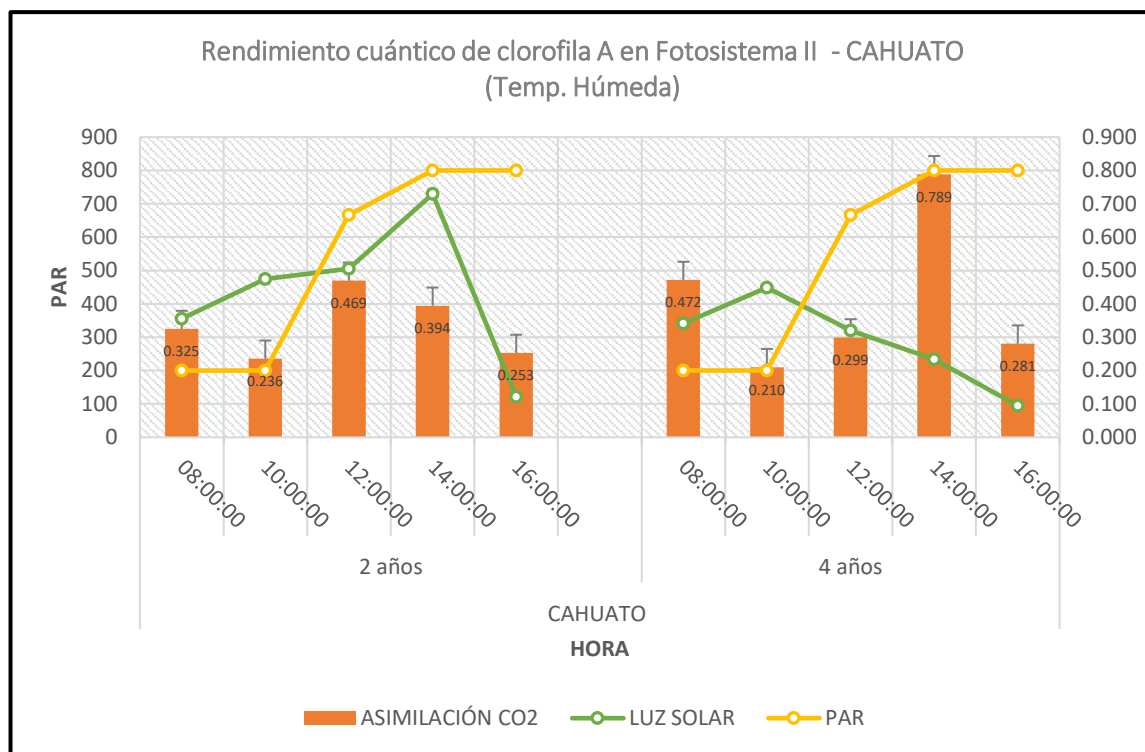


Tabla 13

Análisis de varianza para A. Carbono (umol/m2.s) por épocas, edades y horas en Cahuato

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	0.803421	1	0.803421	1.70	0.1996
B: Edades	0.70742	1	0.70742	1.50	0.2282
C: Horas	4.20757	4	1.05189	2.23	0.0832
INTERACCIONES					
AB	0.304879	1	0.304879	0.65	0.4265
AC	1.68972	4	0.42243	0.89	0.4762
BC	0.790493	4	0.197623	0.42	0.7943
ABC	0.152192	4	0.0380479	0.08	0.9879
RESIDUOS	18.891	40	0.472274		

TOTAL (CORREGIDO)	27.5467	59			
------------------------------	---------	----	--	--	--

Tabla 14

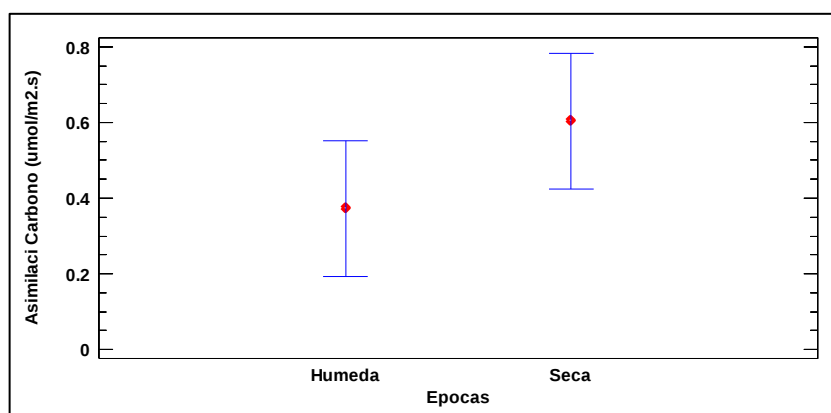
Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por Épocas , edades y Horas en Cahuato

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

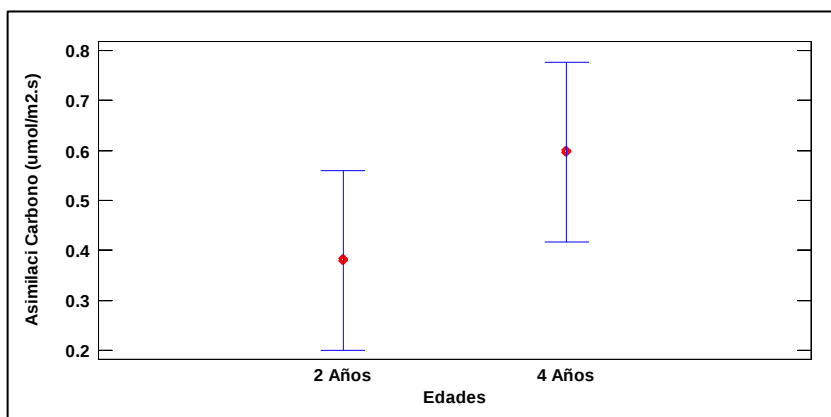
Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Húmeda	30	0.372833	0.125469	a
Seca	30	0.604267	0.125469	a
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	30	0.379967	0.125469	a
4 Años	30	0.597133	0.125469	a
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
16:00	12	0.2595	0.198384	A
8:00	12	0.330917	0.198384	A
10:00	12	0.396417	0.198384	A
12:00	12	0.453917	0.198384	A
14:00	12	1.002	0.198384	A

Figura 46

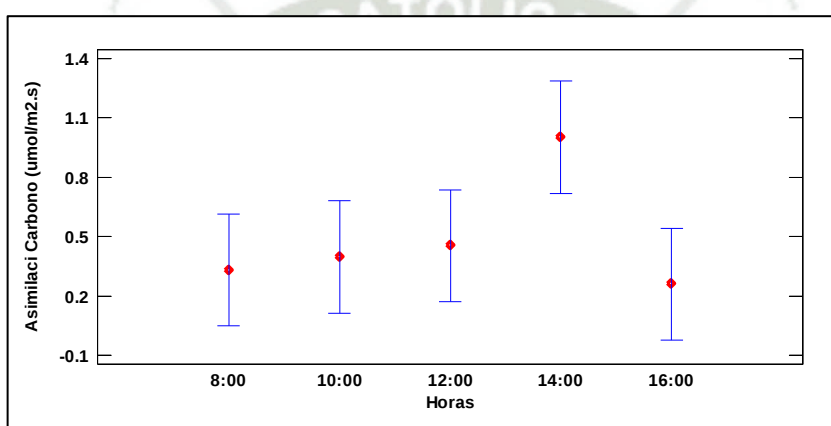
Asimilación carbono por épocas en Cahuato



Asimilación carbono por edades en Cahuato



Asimilación carbono por horas en Cahuato



ANEXO 2. Análisis de Varianza para Asimilación de dióxido de Carbono (μmol/m².s)

Queñua Rendimiento cuántico de la especie *Polylepis rugulosa* - temporada seca

Tabla 15

Rendimiento cuántico de la especie *Polylepis rugulosa* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Polylepis rugulosa</i> “ Queñua”	2 años	08:00:00	0.124	86.651	536.565
		10:00:00	0.384	266.660	647.136
		12:00:00	0.508	266.647	615.558
		14:00:00	0.306	263.326	174.359
		16:00:00	0.662	170.005	4.705

	4 años	08:00:00	0.314	86.674	476.081
		10:00:00	0.195	100.007	731.755
		12:00:00	0.472	266.677	599.193
		14:00:00	0.089	263.326	147.225
		16:00:00	0.064	169.971	2.106

Fuente: Elaboración propia

Figura 47

Rendimiento cuántico de la especie *Polylepis rugulosa* en función de la hora- temporada seca

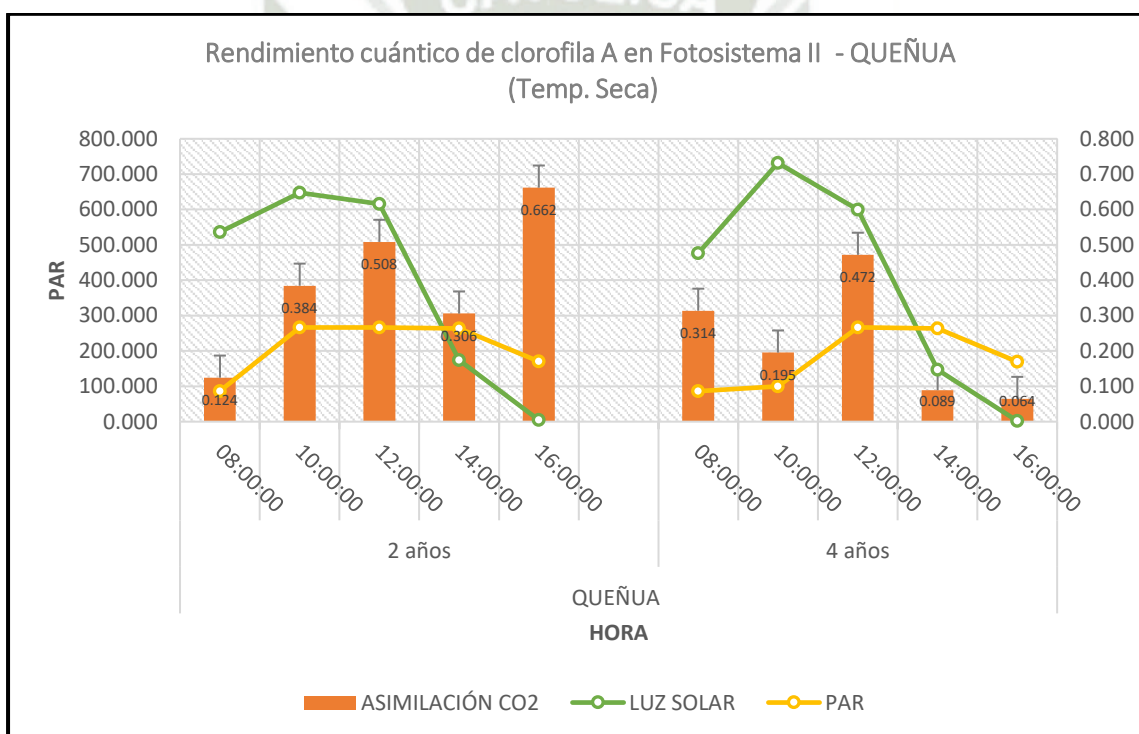


Tabla 16

Rendimiento cuántico de la especie *Polylepis rugulosa* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Polylepis rugulosa</i> "Queñua"	2 años	08:00:00	0.899	199.998	457.261
		10:00:00	0.355	344.483	596.692
		12:00:00	0.388	666.673	503.261

		14:00:00	0.412	799.972	122.597
		16:00:00	0.388	799.987	80.134
	4 años	08:00:00	0.633	200.007	413.544
		10:00:00	0.822	633.317	607.317
		12:00:00	1.102	899.990	489.134
		14:00:00	0.785	799.993	126.940
		16:00:00	0.733	799.997	68.655

Fuente: Elaboración propia

Figura 48

Rendimiento cuántico de la especie *Polylepis rugulosa* en función de la hora - temporada húmeda

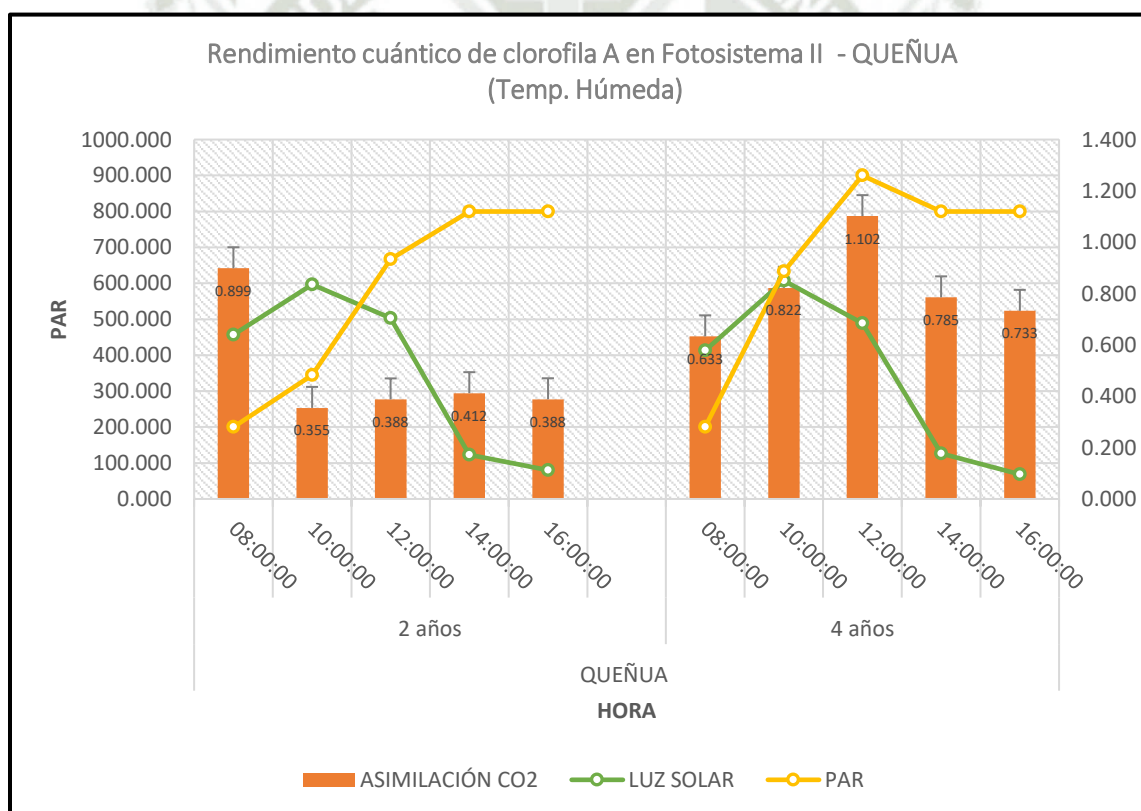


Tabla 17

Análisis de Varianza para A. Carbono (umol/m2.s) por épocas, edades y horas en Queñua

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	1.70354	1	1.70354	8.14	0.0068

B: Edades	0.0987393	1	0.0987393	0.47	0.4961
C: Horas	0.255404	4	0.0638511	0.31	0.8728
INTERACCIONES					
AB	0.905773	1	0.905773	4.33	0.0439
AC	0.222827	4	0.0557067	0.27	0.8980
BC	0.330493	4	0.0826233	0.39	0.8111
ABC	0.903173	4	0.225793	1.08	0.3798
RESIDUOS	8.37117	40	0.209279		
TOTAL (CORREGIDO)	12.7911	59			

Tabla 18

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Dióxido de Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por Épocas, edades y horas en Queñua

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Épocas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Seca	30	0.3147	0.0835223	a
Húmeda	30	0.6517	0.0835223	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Edades</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2 Años	30	0.442633	0.0835223	a
4 Años	30	0.523767	0.0835223	a

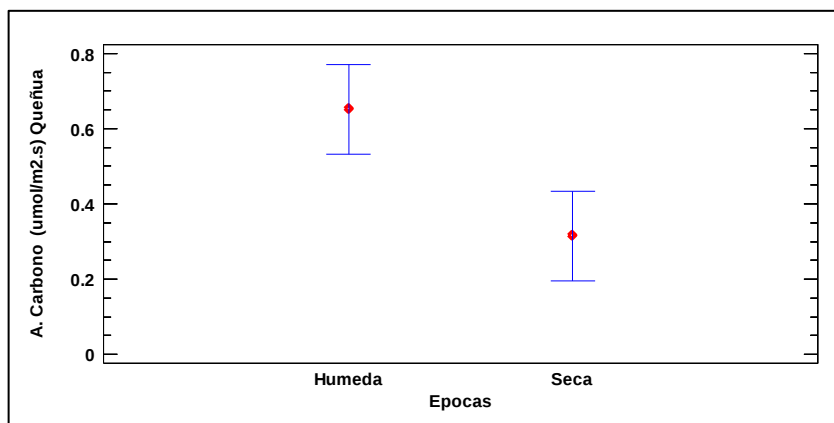
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Horas</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
14:00	12	0.407333	0.13206	a
10:00	12	0.448333	0.13206	a

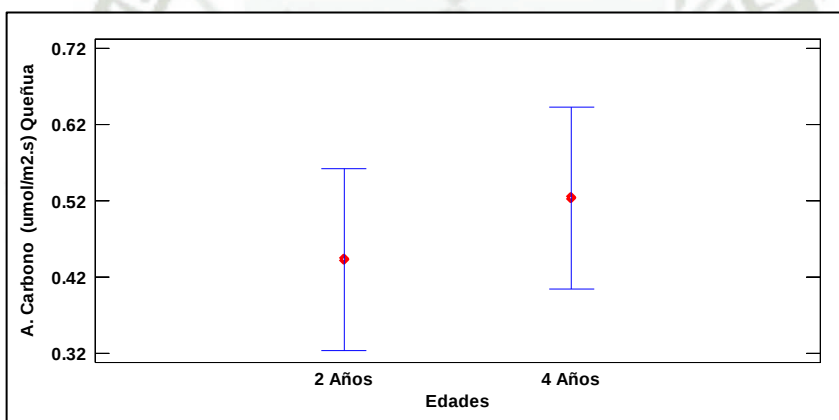
16:00	12	0.466667	0.13206	a
8:00	12	0.492333	0.13206	a
12:00	12	0.601333	0.13206	a

Figura 49

Asimilación de carbono por épocas en Queñua



Asimilación de carbono por edades en Queñua



Asimilación de carbono por horas en Queñua

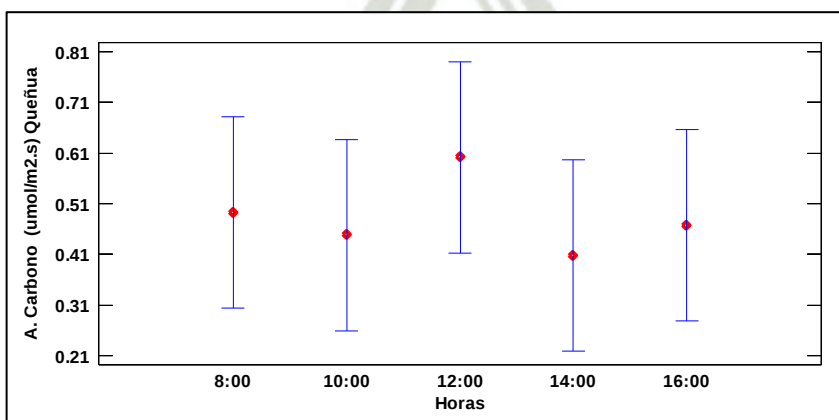
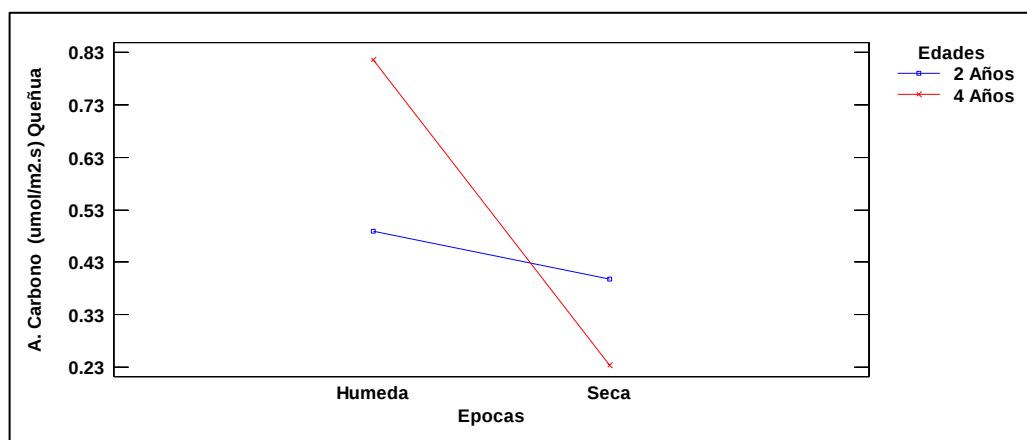


Figura 50

Interacción época vs edad para asimilación de carbono en Queñua



ANEXO 3: Análisis de varianza para a. carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por epoca, edad y horas en *Schinus molle* “Molle Serrano”

Tabla 19

Rendimiento cuántico de la especie *Schinus molle* - Temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Schinus Molle</i> “Molle Serrano”	2 años	08:00:00	0.364	86.671	178.930
		10:00:00	0.378	99.992	457.181
		12:00:00	0.301	266.687	616.762
		14:00:00	0.196	266.663	516.098
		16:00:00	0.273	449.976	42.414
	4 años	08:00:00	0.216	60.016	1040.290
		10:00:00	0.512	299.989	646.043
		12:00:00	0.277	266.669	520.760
		14:00:00	0.237	266.673	510.010
		16:00:00	0.286	450.000	33.266

Fuente: Elaboración propia

Figura 51

Rendimiento cuántico de la especie *Schinus molle* en función de la hora - temporada seca

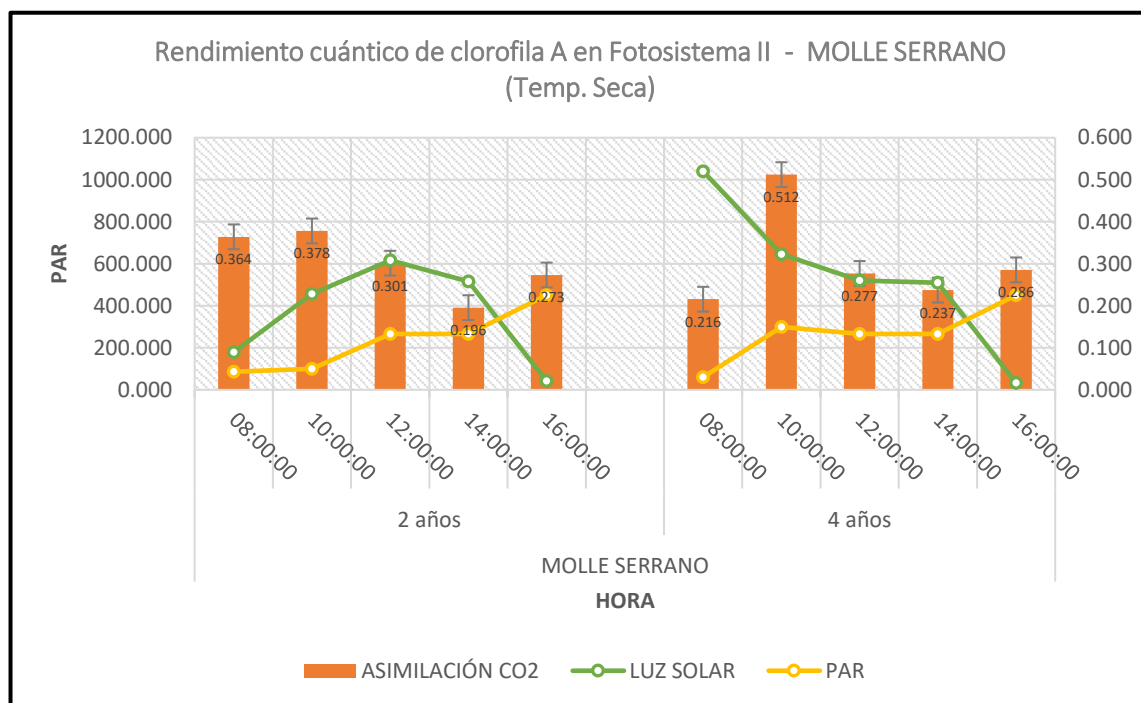


Tabla 20

Rendimiento cuántico de la especie *Schinus molle* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Schinus Molle</i> “ Molle Serrano”	2 años	08:00:00	0.332	200.004	302.041
		10:00:00	0.447	199.996	515.113
		12:00:00	0.577	666.667	563.775
		14:00:00	0.648	800.004	264.262
		16:00:00	0.298	799.992	83.555
	4 años	08:00:00	0.545	200.042	379.240
		10:00:00	0.401	200.001	463.088
		12:00:00	0.625	666.660	503.107
		14:00:00	0.978	800.005	213.460
		16:00:00	0.264	800.006	94.240

Fuente: Elaboración propia

Figura 52

Rendimiento cuántico de la especie *Schinus molle* en función de la hora - Temporada húmeda

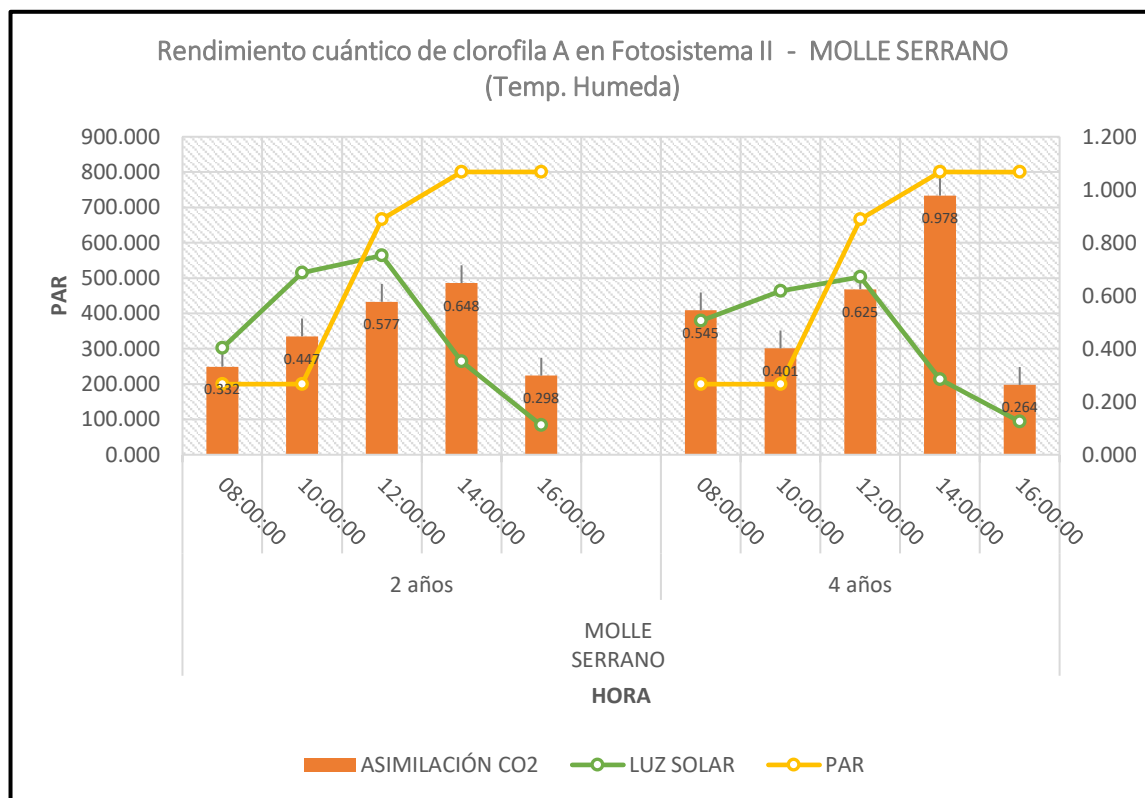


Tabla 21

Análisis de Varianza para A. Carbono (umol/m².s) por épocas, edades y horas en Molle Serrano

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	0.645429	1	0.645429	5.86	0.0202
B: Edades	0.0413438	1	0.0413438	0.38	0.5437
C: Horas	0.38012	4	0.0950301	0.86	0.4949
INTERACCIONES					
AB	0.0368528	1	0.0368528	0.33	0.5664
AC	0.779838	4	0.194959	1.77	0.1542

BC	0.0720305	4	0.0180076	0.16	0.9557
ABC	0.153286	4	0.0383215	0.35	0.8441
RESIDUOS	4.40889	40	0.110222		
TOTAL (CORREGIDO)	6.51779	59			

Tabla 22

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono (umol/m2.s) por Épocas , edades y Horas en Molle serrano

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.304	0.0606142	a
Húmeda	30	0.511433	0.0606142	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

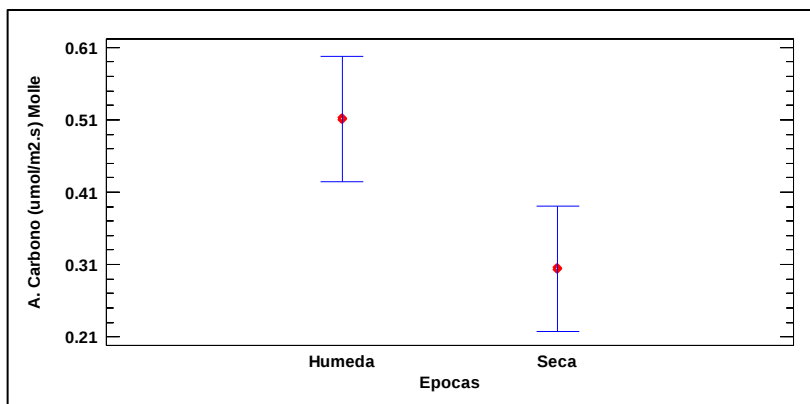
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	30	0.381467	0.0606142	a
4 Años	30	0.433967	0.0606142	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

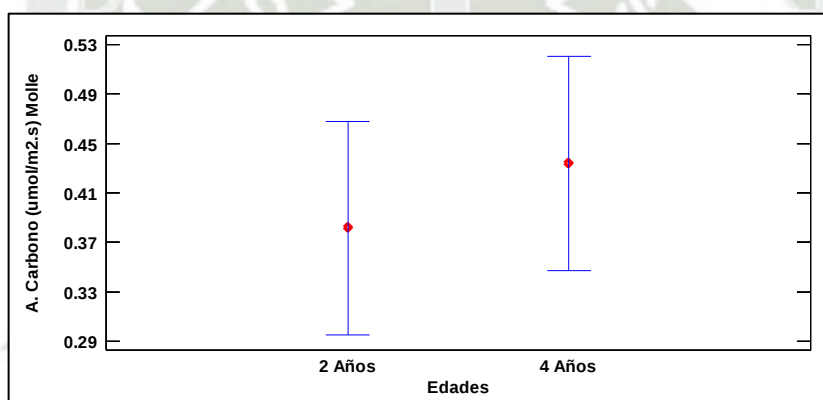
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
16:00	12	0.28025	0.0958394	a
8:00	12	0.364167	0.0958394	a
10:00	12	0.434583	0.0958394	a
12:00	12	0.445	0.0958394	a
14:00	12	0.514583	0.0958394	a

Figura 53

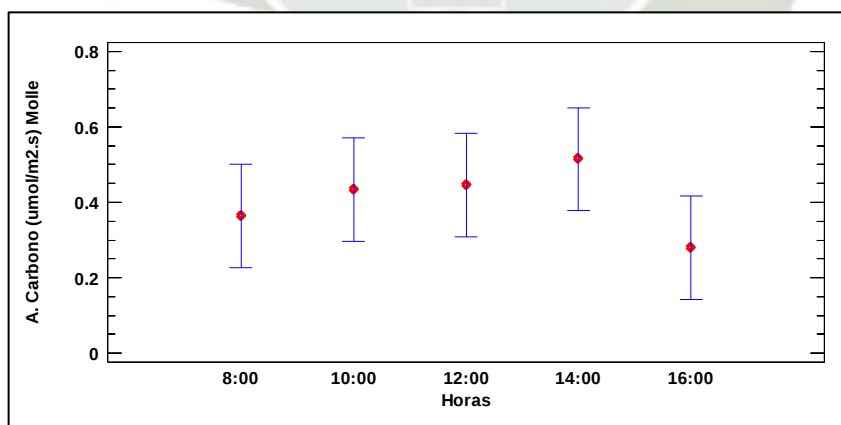
Asimilación de carbono por épocas en Molle serrano



Asimilación de carbono por edades en Molle serrano



Asimilación de carbono por Horas en Molle serrano



ANEXO 4: Análisis de varianza para a. carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por épocas, edades y horas en *Buddleja coriácea* - Qolle

Tabla 23

Rendimiento cuántico de la especie *Buddleja coriácea* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Buddleja coriácea</i> “ Qolle”	2 años	08:00:00	0.307	86.685	367.094
		10:00:00	0.565	266.662	714.062
		12:00:00	0.913	266.672	493.999
		14:00:00	0.442	216.674	285.692
		16:00:00	0.787	169.985	0.574
	4 años	08:00:00	0.269	86.675	477.996
		10:00:00	0.935	266.670	602.394
		12:00:00	2.226	266.654	735.166
		14:00:00	0.773	263.327	136.928
		16:00:00	0.149	170.047	0.274

Fuente: Elaboración propia

Figura 54

Rendimiento cuántico de la especie *Buddleja coriácea* en función de la hora - temporada seca

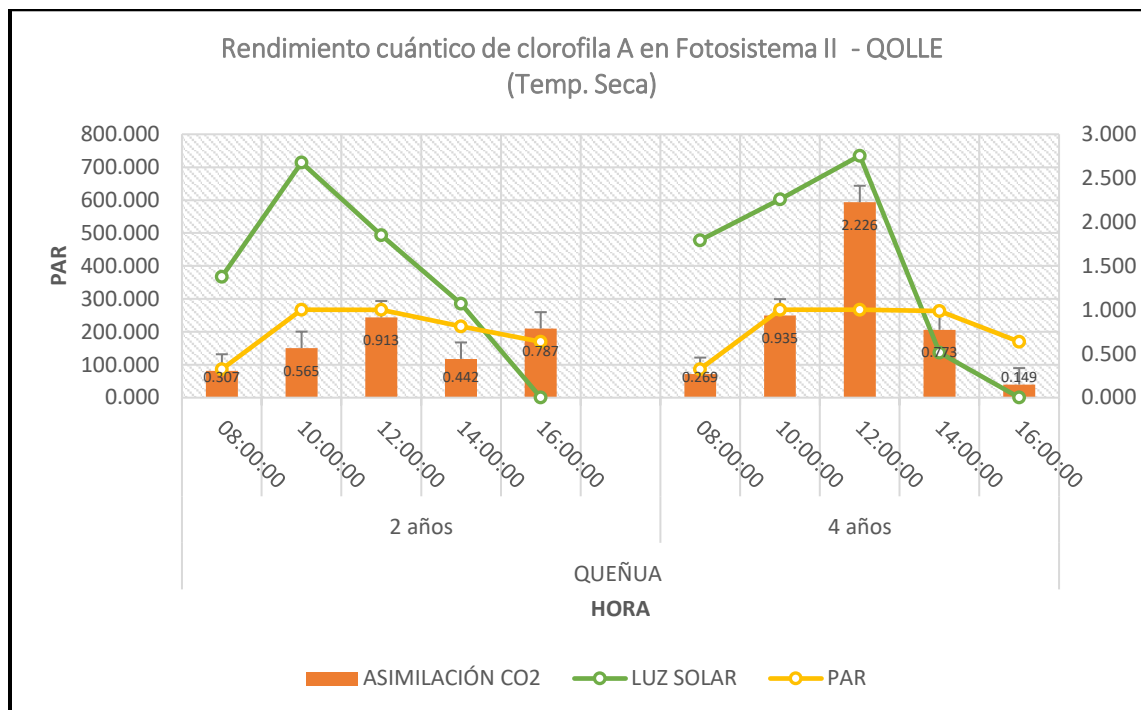


Tabla 24

Rendimiento cuántico de la especie *Buddleja coriácea* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Buddleja coriácea</i> “ Qolle”	2 años	08:00:00	1.491	200.011	434.706
		10:00:00	1.308	633.326	505.954
		12:00:00	1.662	899.990	358.919
		14:00:00	0.272	800.004	111.999
		16:00:00	0.747	799.977	40.353
	4 años	08:00:00	0.741	199.998	411.551
		10:00:00	1.009	633.341	563.979
		12:00:00	1.874	899.999	631.048
		14:00:00	1.515	799.999	105.222
		16:00:00	1.156	899.992	40.160

Fuente: Elaboración propia

Figura 55

Rendimiento cuántico de la especie *Buddleja coriácea* en función de la hora - temporada húmeda

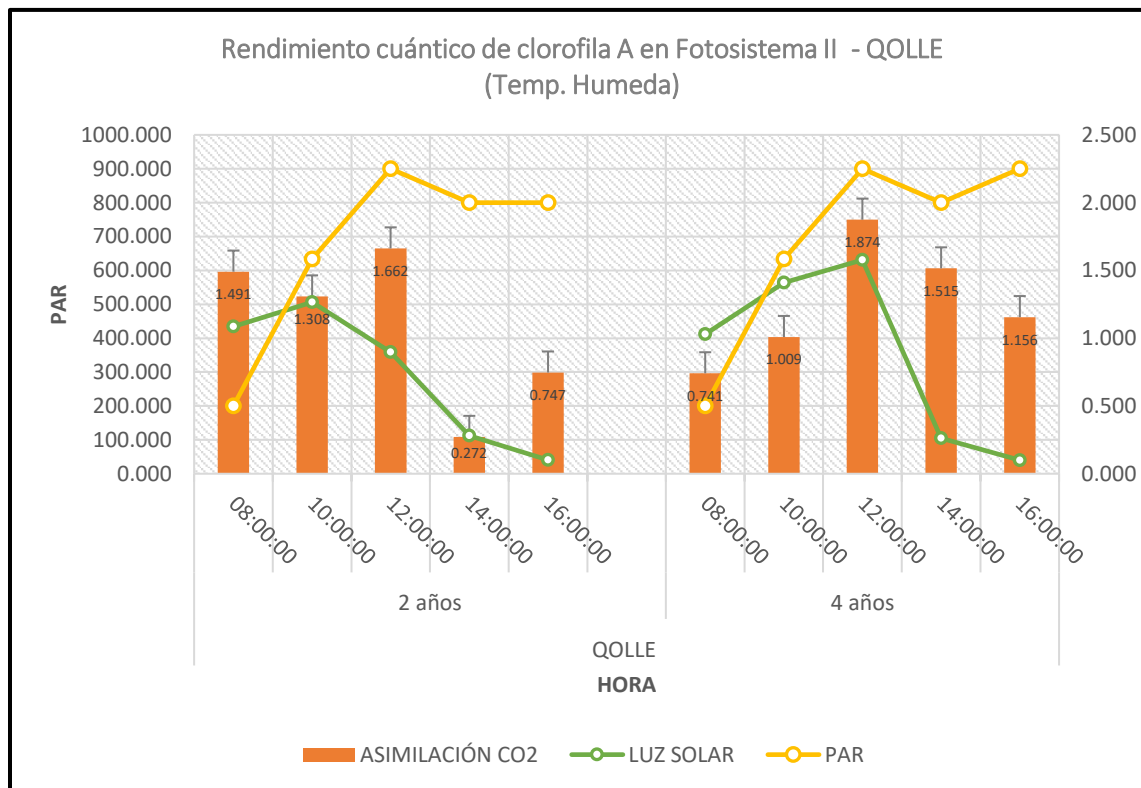


Tabla 25

Análisis de Varianza para A. Carbono (umol/m².s) por épocas, edades y horas en Qolle

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	2.91633	1	2.91633	5.88	0.0200
B: Edades	0.696388	1	0.696388	1.40	0.2432
C: Horas	8.11296	4	2.02824	4.09	0.0072
INTERACCIONES					
AB	0.0411864	1	0.0411864	0.08	0.7748
AC	0.707366	4	0.176841	0.36	0.8381
BC	3.41599	4	0.853997	1.72	0.1644
ABC	3.02824	4	0.75706	1.53	0.2132
RESIDUOS	19.8511	40	0.496277		

TOTAL (CORREGIDO)	38.7696	59			
------------------------------	---------	----	--	--	--

Tabla 26

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono (umol/m².s) por Épocas , edades y Horas en Qolle

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.736533	0.128618	a
Húmeda	30	1.17747	0.128618	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

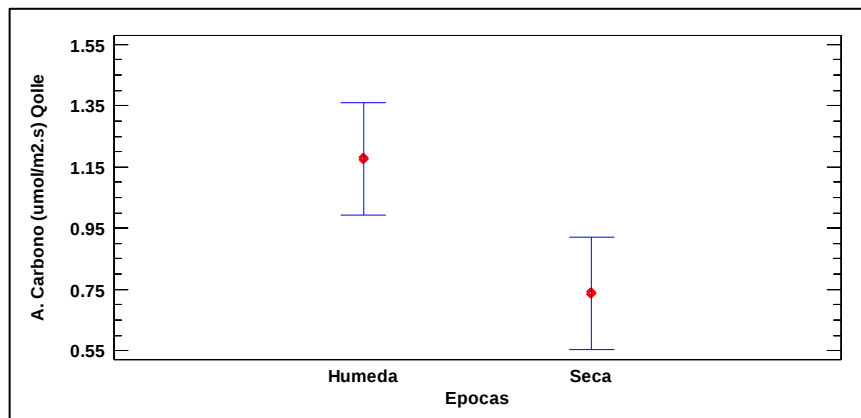
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	30	0.849267	0.128618	a
4 Años	30	1.06473	0.128618	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

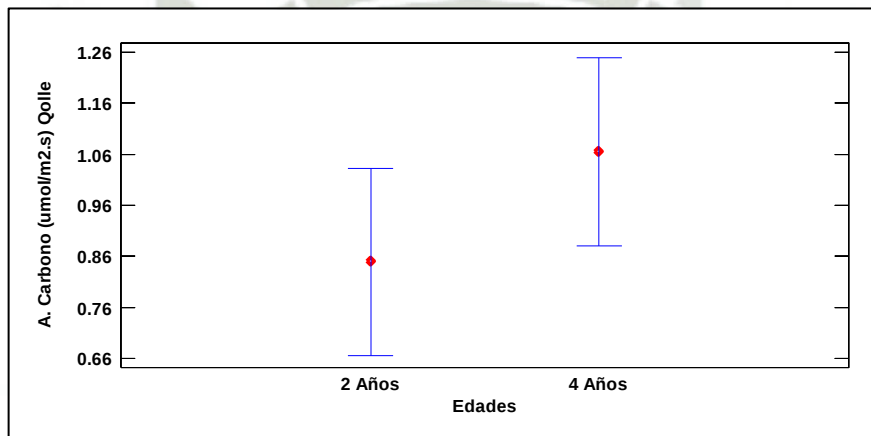
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8:00	12	0.701833	0.203363	a
16:00	12	0.7095	0.203363	a
14:00	12	0.7505	0.203363	a
10:00	12	0.954083	0.203363	ab
12:00	12	1.66908	0.203363	b

Figura 56

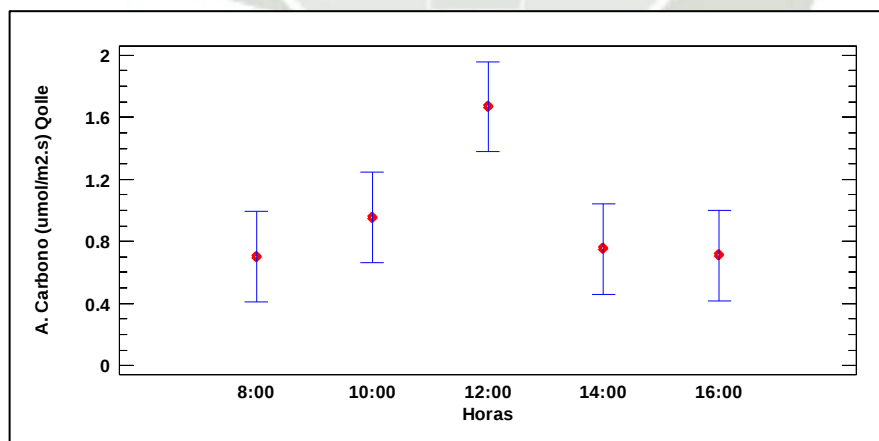
Asimilación de carbono por épocas en Qolle



Asimilación de carbono por edades en Qolle



Asimilación de carbono por horas en Qolle



ANEXO 5: Análisis de varianza para a. carbono($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) por épocas, edades y horas en *Neltuma calderensis* - Yara

Tabla 27

Rendimiento cuántico de la especie *Neltuma calderensis* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN	PAR	LUZ
			CO ₂		SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Neltuma calderensis</i> “ Yara”	2 años	08:00:00	0.129	86.669	416.827
		10:00:00	0.742	299.985	603.551
		12:00:00	0.403	266.666	648.734
		14:00:00	1.550	216.659	463.372
		16:00:00	0.061	216.668	11.980
	4 años	08:00:00	0.142	86.671	89.986
		10:00:00	1.174	266.664	445.336
		12:00:00	1.010	266.662	594.993
		14:00:00	0.388	216.676	368.541
		16:00:00	0.132	450.022	31.968

Fuente: Elaboración propia

Figura 57

Rendimiento cuántico de la especie *Neltuma calderensis* en función de la hora - temporada seca

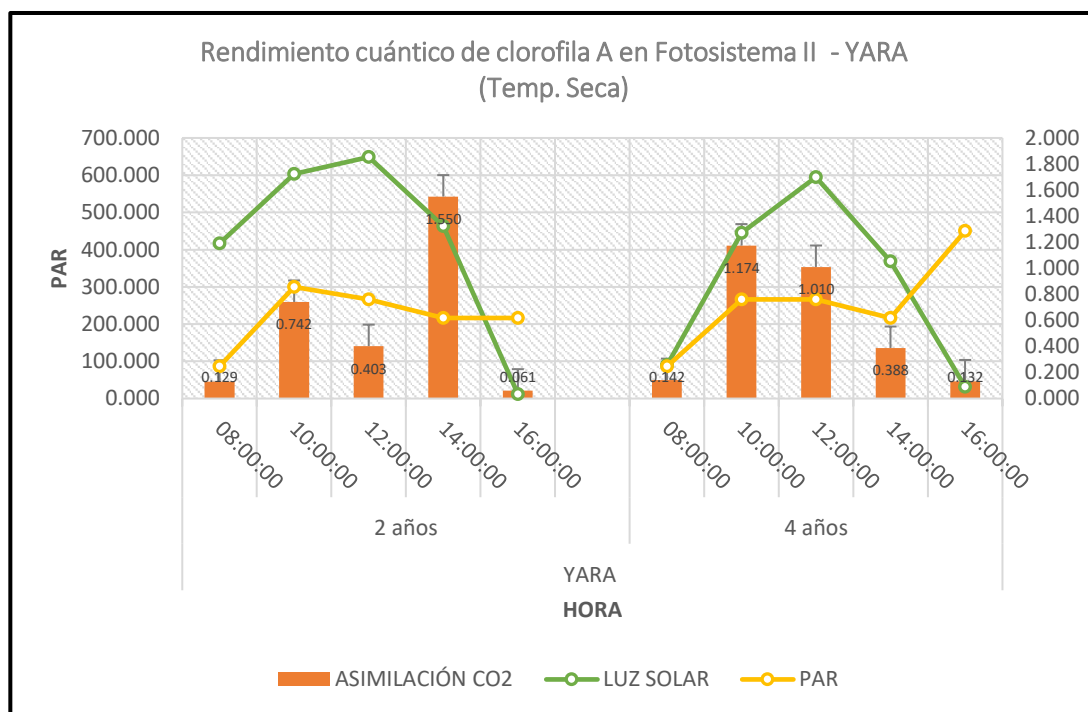


Tabla 28

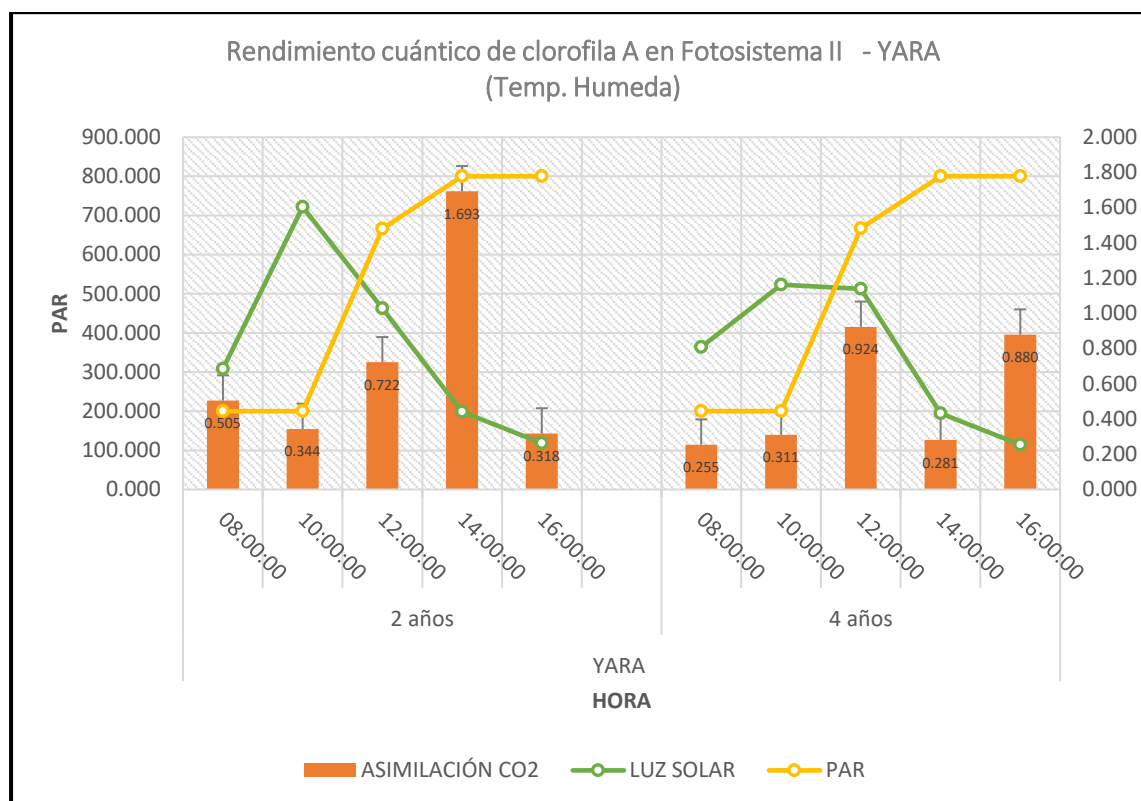
Rendimiento cuántico de la especie *Neltuma calderensis* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO2	PAR	LUZ SOLAR
<i>Neltuma calderensis</i> “ Yara”	2 años	08:00:00	0.505	199.989	308.376
		10:00:00	0.344	199.978	721.619
		12:00:00	0.722	666.670	463.057
		14:00:00	1.693	800.005	198.448
		16:00:00	0.318	799.998	118.448
	4 años	08:00:00	0.255	200.071	363.976
		10:00:00	0.311	200.009	523.085
		12:00:00	0.924	666.671	512.932
		14:00:00	0.281	799.968	194.846
		16:00:00	0.880	800.003	114.542

Fuente: Elaboración propia

Figura 58

Rendimiento cuántico de la especie *Neltuma calderensis* en función de la hora - temporada húmeda



Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	0.0377504	1	0.0377504	0.05	0.8284
B: Edades	0.140844	1	0.140844	0.18	0.6758
C: Horas	4.23259	4	1.05815	1.33	0.2742
INTERACCIONES					
AB	0.119439	1	0.119439	0.15	0.7001

AC	2.13444	4	0.533611	0.67	0.6149
BC	5.77932	4	1.44483	1.82	0.1438
ABC	0.444881	4	0.11122	0.14	0.9663
RESIDUOS	31.7385	40	0.793464		
TOTAL (CORREGIDO)	44.6278	59			

Tabla 30

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por Épocas, edades y Horas en Yara

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.5731	0.162631	a
Húmeda	30	0.623267	0.162631	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

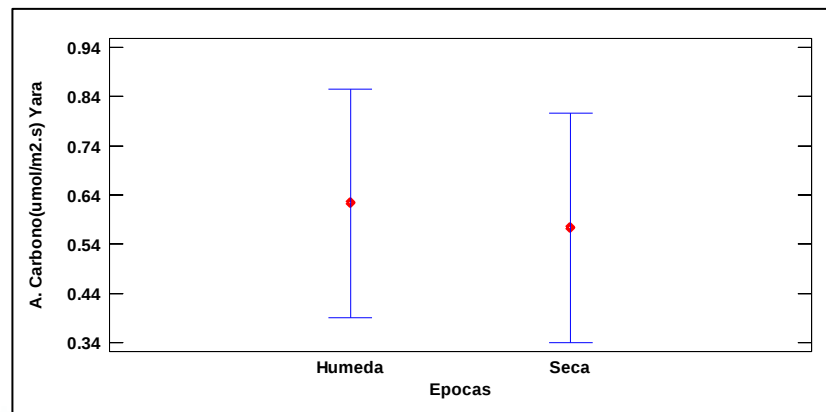
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4 Años	30	0.549733	0.162631	a
2 Años	30	0.646633	0.162631	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

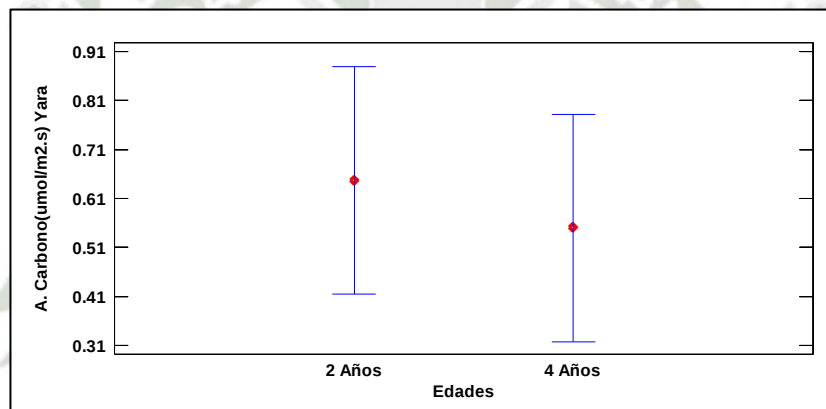
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8:00	12	0.257667	0.257142	a
16:00	12	0.34775	0.257142	a
10:00	12	0.642667	0.257142	a
12:00	12	0.76475	0.257142	a
14:00	12	0.978083	0.257142	a

Figura 59

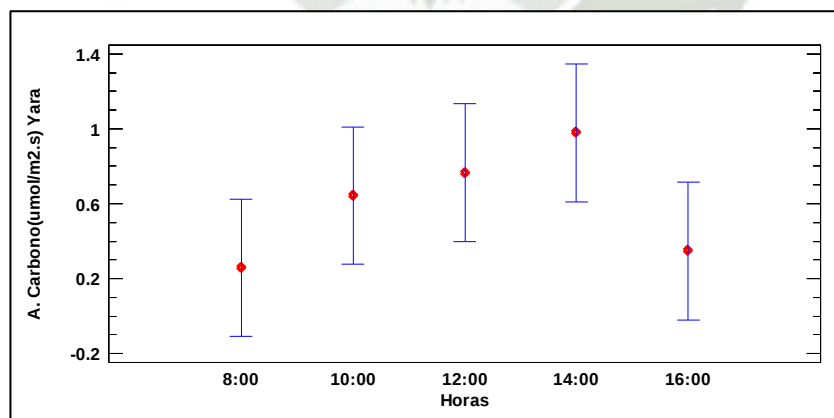
Asimilación de carbono por épocas en Yara



Asimilación de carbono por edades en Yara



Asimilación de carbono por horas en Yara



ANEXO 6: Análisis de varianza para carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) por épocas, edades y horas en *Populus deltoides* “Álamo”

Tabla 31

Rendimiento cuántico de la especie *Populus deltoides* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN	PAR	LUZ
			CO ₂		SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Populus deltoides</i> “ Álamo”	2 años	08:00:00	0.224	59.996	546.498
		10:00:00	1.256	266.624	637.778
		12:00:00	0.611	248.872	633.642
		14:00:00	0.711	216.662	243.722
		16:00:00	0.288	100.003	28.847
	4 años	08:00:00	0.437	59.964	653.480
		10:00:00	1.358	866.664	556.014
		12:00:00	0.611	266.670	713.107
		14:00:00	1.029	216.685	157.783
		16:00:00	0.250	99.996	34.512

Fuente: Elaboración propia

Figura 60

Rendimiento cuántico de la especie *Populus deltoides* en función de la hora - temporada seca

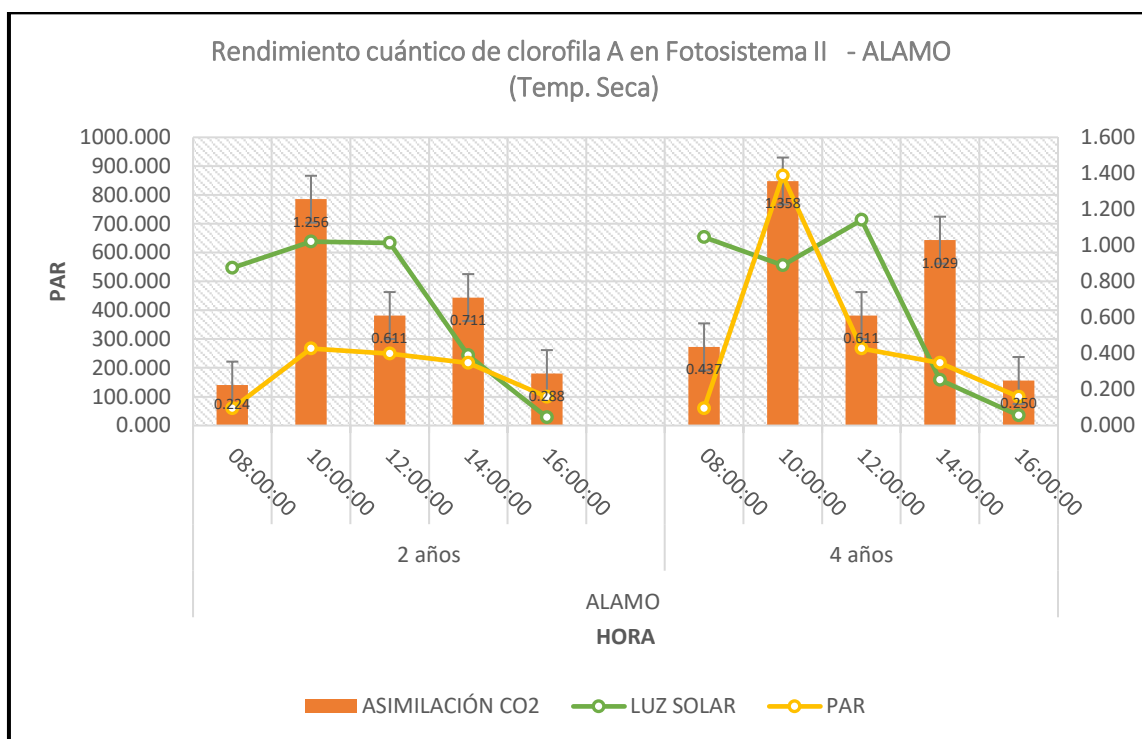


Tabla 32

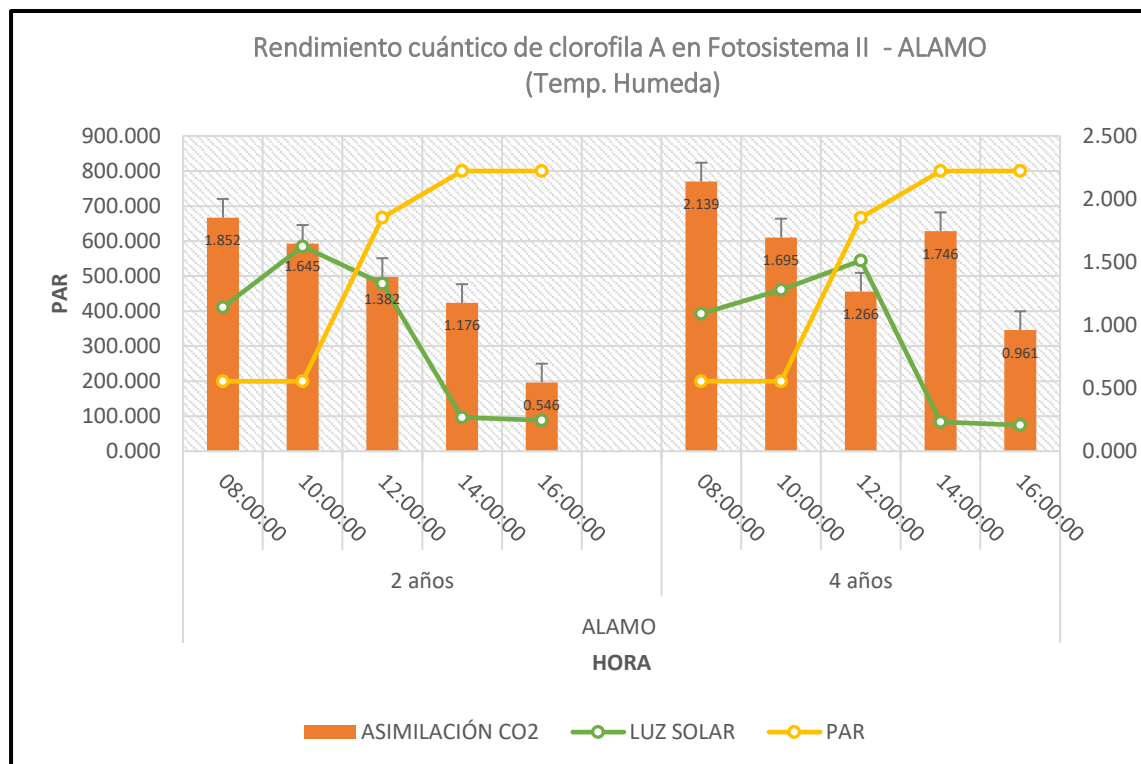
Rendimiento cuántico de la especie *Populus deltoides* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Populus deltoides</i> “ Alamo”	2 años	08:00:00	1.852	199.996	410.474
		10:00:00	1.645	200.012	584.852
		12:00:00	1.382	666.668	478.640
		14:00:00	1.176	800.003	96.243
		16:00:00	0.546	799.991	87.986
	4 años	08:00:00	2.139	199.993	392.133
		10:00:00	1.695	200.000	461.066
		12:00:00	1.266	666.670	544.334
		14:00:00	1.746	800.007	84.087
		16:00:00	0.961	800.005	74.311

Fuente: Elaboración propia

Figura 61

Rendimiento cuántico de la especie *Populus deltoides* en función de la hora - temporada húmeda



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Análisis de Varianza para A. Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por épocas, edades y horas en Molle Serrano

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	8.7394	1	8.7394	11.88	0.0013
B: Edades	0.48618	1	0.48618	0.66	0.4210
C: Horas	6.18636	4	1.54659	2.10	0.0984
INTERACCIONES					
AB	0.0563653	1	0.0563653	0.08	0.7833
AC	3.24914	4	0.812284	1.10	0.3677

BC	0.427404	4	0.106851	0.15	0.9640
ABC	0.161482	4	0.0403704	0.05	0.9942
RESIDUOS	29.4147	40	0.735368		
TOTAL (CORREGIDO)	48.7211	59			

Tabla 34

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por Épocas, edades y Horas en Alamo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.6775	0.156564	a
Húmeda	30	1.4408	0.156564	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

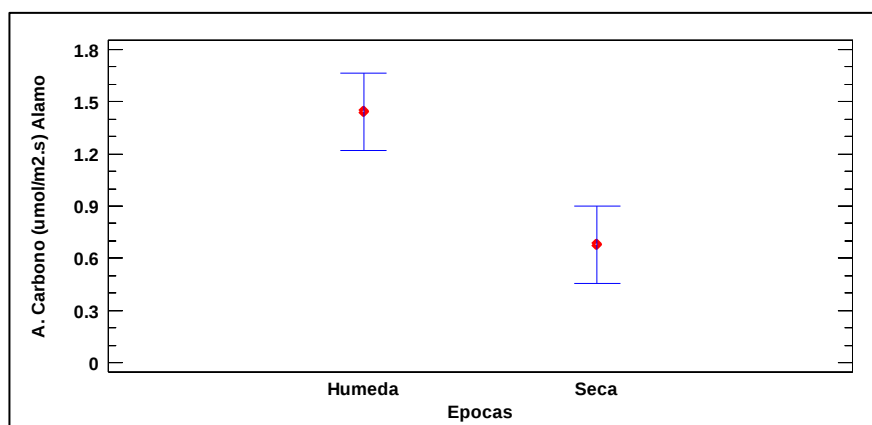
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	30	0.969133	0.156564	a
4 Años	30	1.14917	0.156564	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

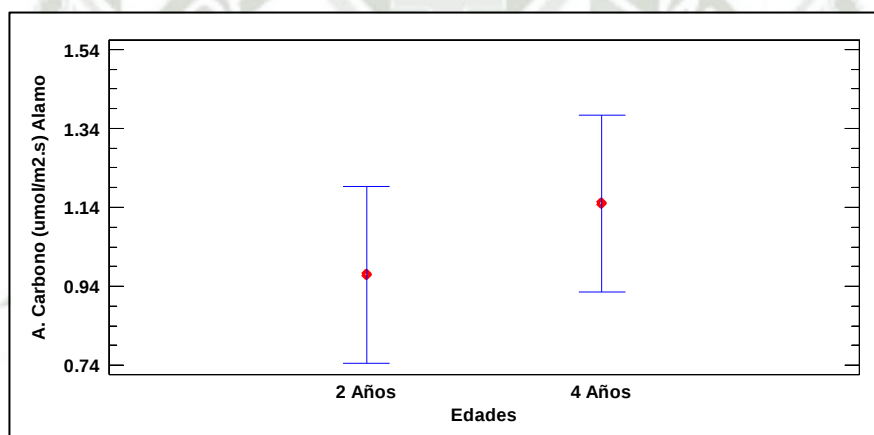
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
16:00	12	0.511083	0.247549	a
12:00	12	0.967333	0.247549	a
8:00	12	1.16308	0.247549	a
14:00	12	1.16542	0.247549	a
10:00	12	1.48883	0.247549	a

Figura 62

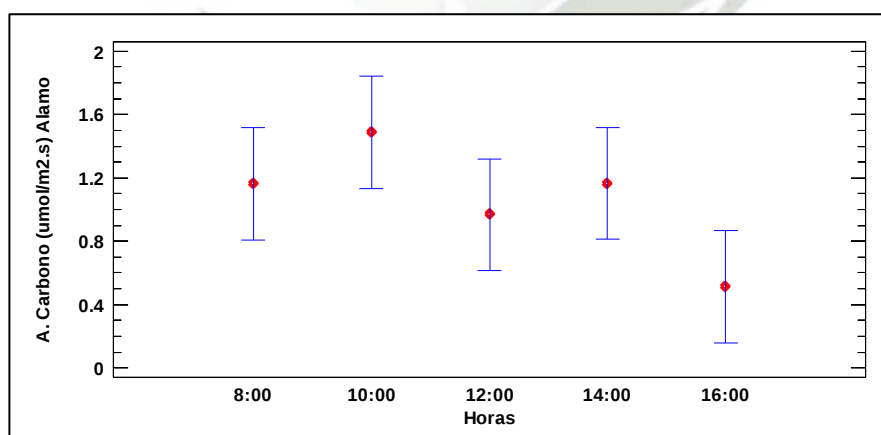
Asimilación de carbono por épocas en Alamo



Asimilación de carbono por edades en Alamo



Asimilación de carbono por Horas en Alamo



ANEXO 7: Análisis de varianza para a. carbono (umol/m2.s) por épocas, edades y horas en *Myoporum laetum* “Mioporo”

Tabla 35

Rendimiento cuántico de la especie *Myoporum laetum* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Myoporum laetum</i> “ Mioporo”	2 años	08:00:00	0.163	100.004	412.774
		10:00:00	0.274	266.652	637.955
		12:00:00	0.700	266.652	610.188
		14:00:00	0.191	263.313	91.135
		16:00:00	0.245	169.988	28.856
	4 años	08:00:00	0.395	100.009	561.765
		10:00:00	0.537	266.662	712.401
		12:00:00	1.079	266.656	577.112
		14:00:00	0.532	263.293	107.747
		16:00:00	0.107	170.010	17.884

Fuente: Elaboración propia

Figura 63

Rendimiento cuántico de la especie *Myoporum laetum* en función de la hora - temporada seca

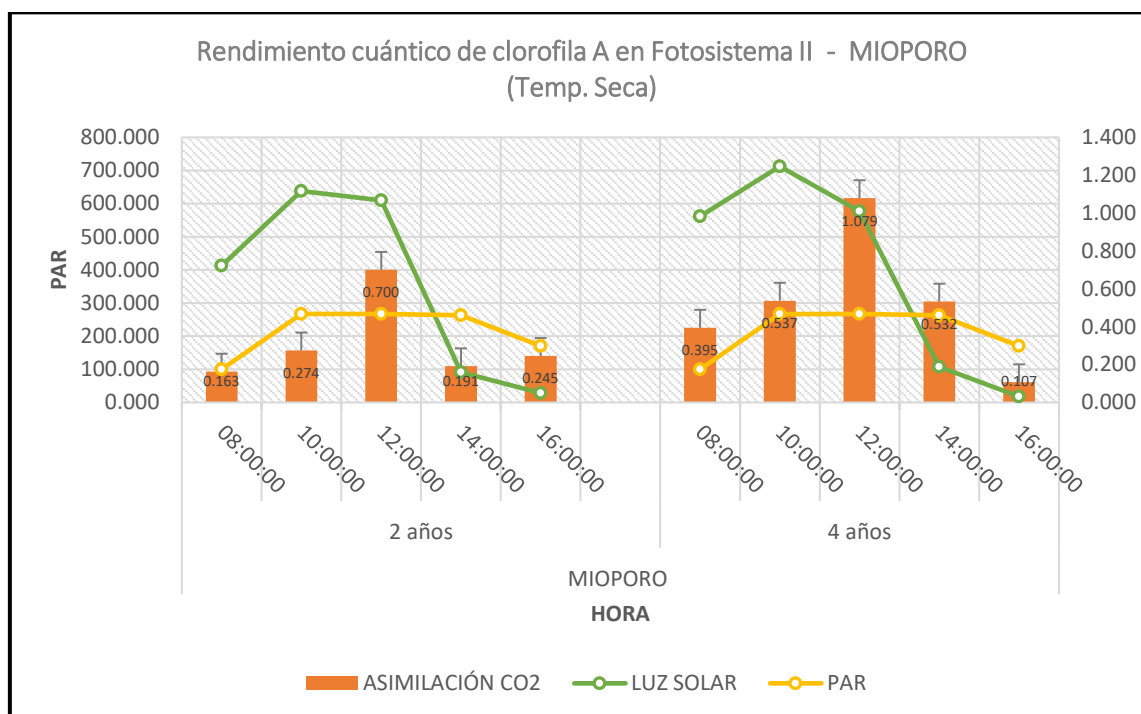


Tabla 36

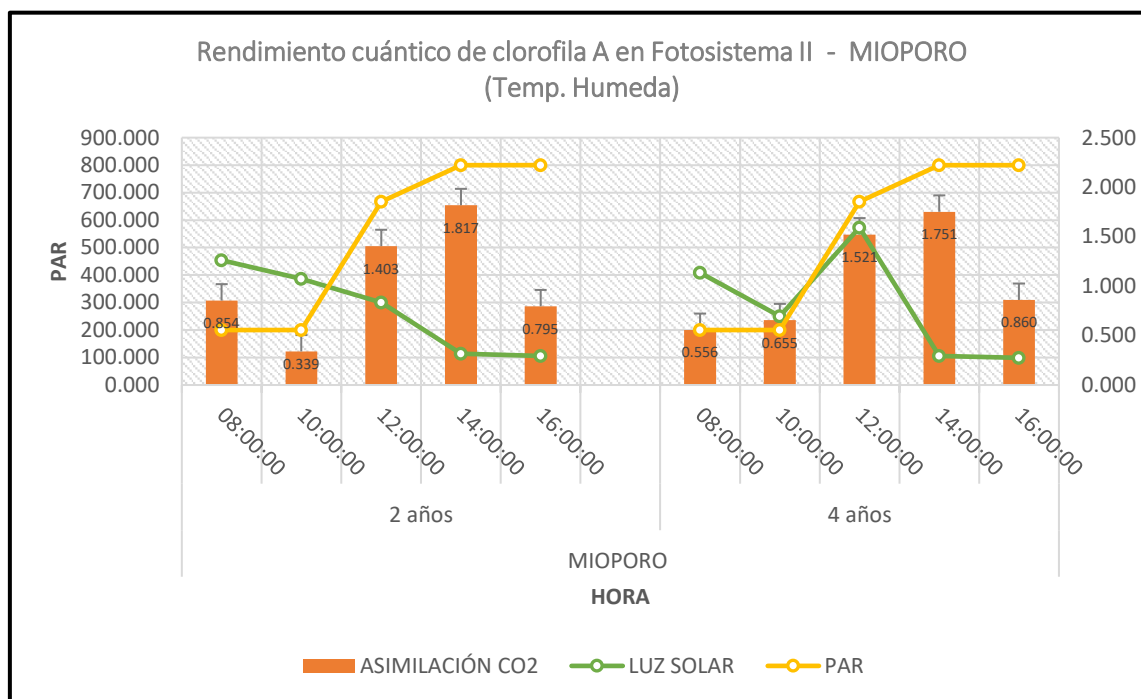
Rendimiento cuántico de la especie *Myoporum laetum* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Myoporum laetum</i> “ Mioporo ”	2 años	08:00:00	0.854	199.992	454.433
		10:00:00	0.339	199.995	386.607
		12:00:00	1.403	666.656	300.670
		14:00:00	1.817	799.979	114.272
		16:00:00	0.795	800.004	106.143
	4 años	08:00:00	0.556	200.033	408.333
		10:00:00	0.655	199.998	250.204
		12:00:00	1.521	666.661	572.811
		14:00:00	1.751	799.971	105.540
		16:00:00	0.860	799.999	98.953

Fuente: Elaboración propia

Figura 64

Rendimiento cuántico de la especie *Myoporum laetum* en función de la hora



Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Análisis de Varianza para A. Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por épocas, edades y horas en Mioporo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	6.00907	1	6.00907	13.32	0.0008
B: Edades	0.219373	1	0.219373	0.49	0.4897
C: Horas	6.02877	4	1.50719	3.34	0.0188
INTERACCIONES					
AB	0.132728	1	0.132728	0.29	0.5906
AC	2.88981	4	0.722453	1.60	0.1928
BC	0.280544	4	0.0701359	0.16	0.9594

ABC	0.286267	4	0.0715668	0.16	0.9579
RESIDUOS	18.0473	40	0.451184		
TOTAL (CORREGIDO)	33.8939	59			

Tabla 38

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono (umol/m².s) por Épocas, edades y Horas en Mioporo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Epocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.4223	0.122635	a
Húmeda	30	1.05523	0.122635	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

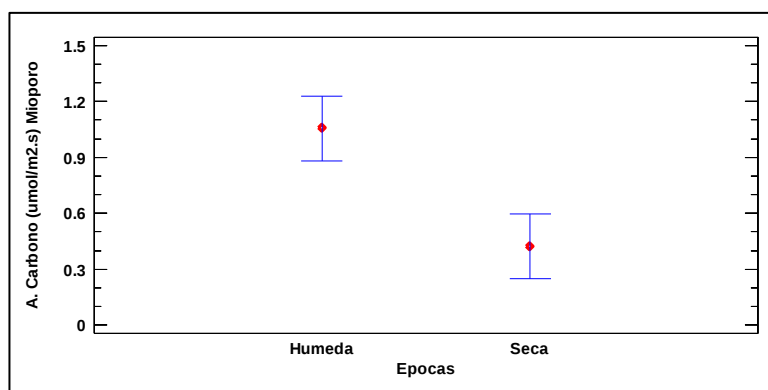
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	30	0.6783	0.122635	a
4 Años	30	0.799233	0.122635	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

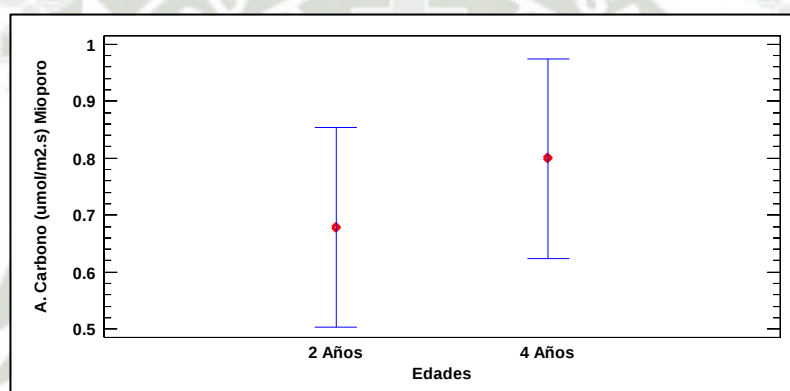
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
10:00	12	0.45125	0.193904	a
8:00	12	0.492	0.193904	a
16:00	12	0.501833	0.193904	a
14:00	12	1.07283	0.193904	b
12:00	12	1.17592	0.193904	b

Figura 65

Asimilación de carbono por épocas en Mioporo



Asimilación de carbono por edades en Mioporo



Asimilación de carbono por horas en Mioporo

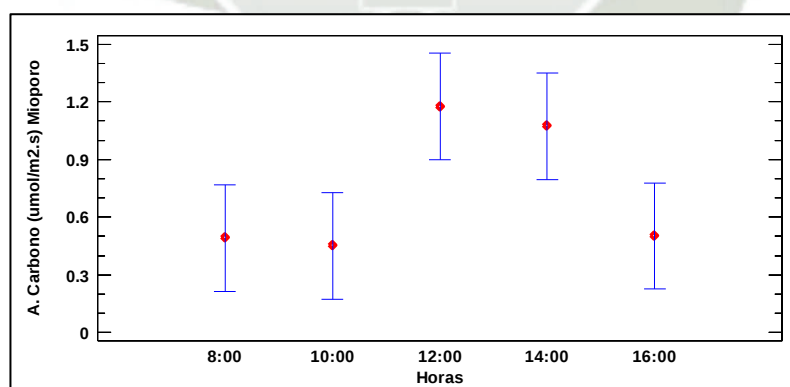
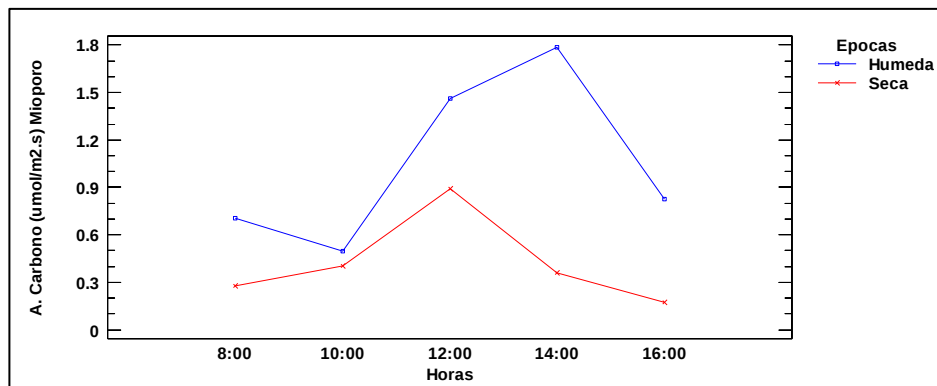


Figura 66

Interacción épocas vs horas en Mioporo



ANEXO 8: Análisis de varianza para carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por épocas, edaes y horas en *Acacia saligna* “Mimosa”

Tabla 39

Rendimiento cuántico de la especie *Acacia saligna* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Acacia saligna</i> “Acacia Mimosa”	2 años	08:00:00	0.083	60.002	771.973
		10:00:00	0.522	299.980	625.386
		12:00:00	0.257	266.667	813.958
		14:00:00	0.453	216.674	364.071
		16:00:00	0.217	449.999	43.422
	4 años	08:00:00	0.098	86.648	554.953
		10:00:00	0.381	866.667	673.116
		12:00:00	0.195	266.656	777.703
		14:00:00	0.249	216.687	352.331
		16:00:00	0.455	449.854	25.762

Fuente: Elaboración propia

Figura 67
 Rendimiento cuántico de la especie *Acacia Saligna* en función de la hora - temporada seca

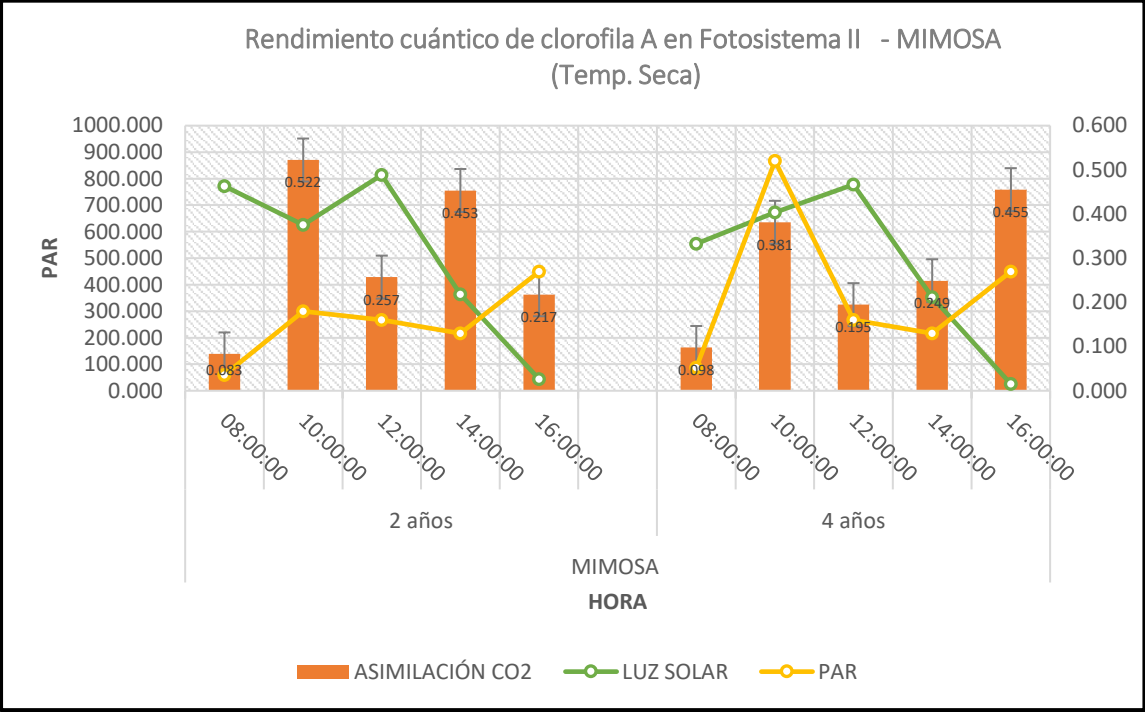


Tabla 40
 Rendimiento cuántico de la especie *Acacia saligna* - temporada húmeda

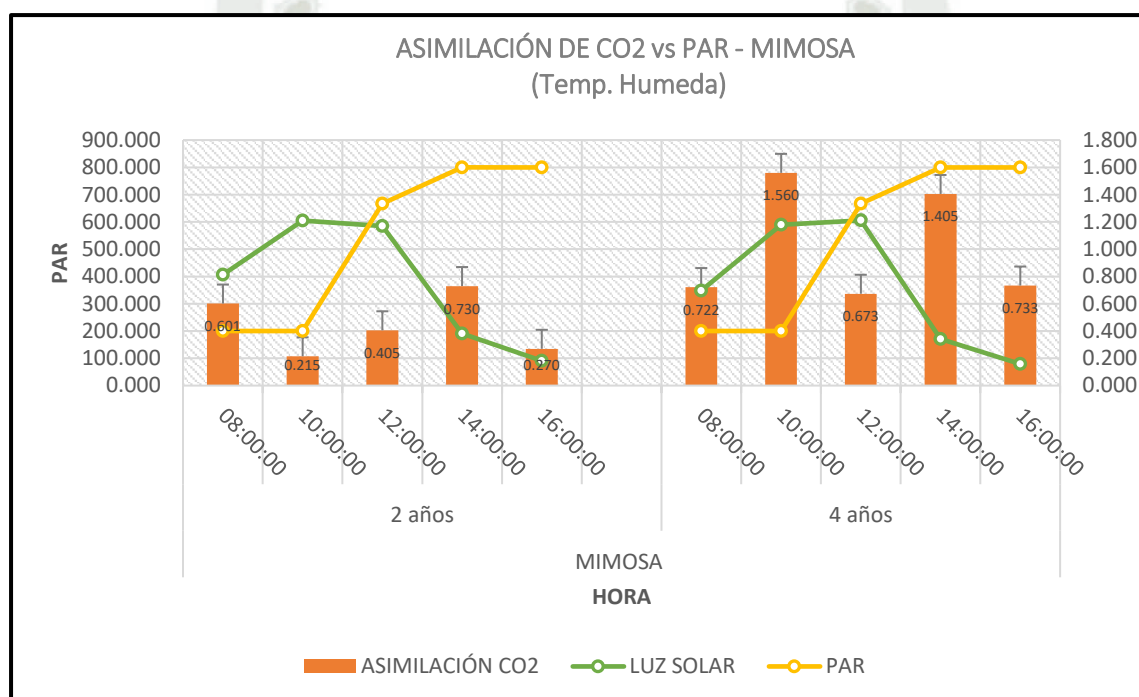
ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Acacia saligna</i> “Mimosa”	2 años	08:00:00	0.601	200.100	406.349
		10:00:00	0.215	200.000	605.132
		12:00:00	0.405	666.653	584.461
		14:00:00	0.730	800.011	190.139
		16:00:00	0.270	799.993	90.806
	4 años	08:00:00	0.722	200.036	348.274
		10:00:00	1.560	200.000	589.795
		12:00:00	0.673	666.671	605.429
		14:00:00	1.405	800.003	170.179

		16:00:00	0.733	799.968	79.253
--	--	----------	-------	---------	--------

Fuente: Elaboración propia

Figura 68

Rendimiento cuántico de la especie *Acacia Saligna* en función de la hora - temporada húmeda



Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Análisis de Varianza para A. Carbono (umol/m².s) por épocas, edades y horas en Mimosa

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	2.90708	1	2.90708	8.91	0.0048
B: Edades	1.10786	1	1.10786	3.39	0.0728
C: Horas	1.2901	4	0.322525	0.99	0.4250
INTERACCIONES					

AB	1.37562	1	1.37562	4.21	0.0467
AC	0.555203	4	0.138801	0.43	0.7895
BC	0.560945	4	0.140236	0.43	0.7863
ABC	0.989454	4	0.247364	0.76	0.5588
RESIDUOS	13.0554	40	0.326384		
TOTAL (CORREGIDO)	21.8416	59			

Tabla 42

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por Épocas, edades y Horas en Mimosa

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.291133	0.104305	a
Húmeda	30	0.731367	0.104305	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

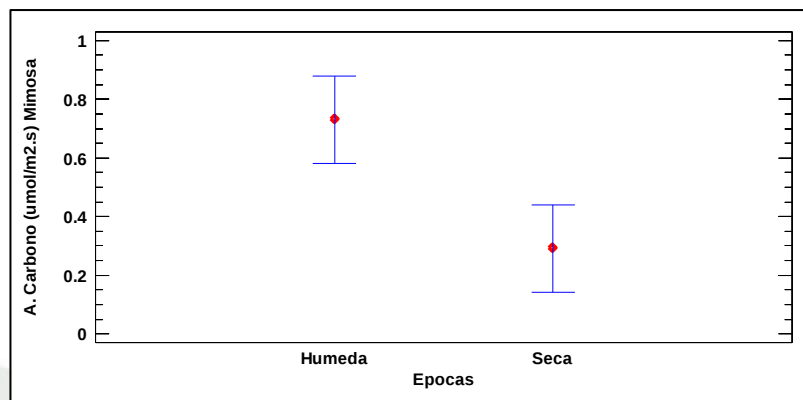
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	30	0.375367	0.104305	a
4 Años	30	0.647133	0.104305	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

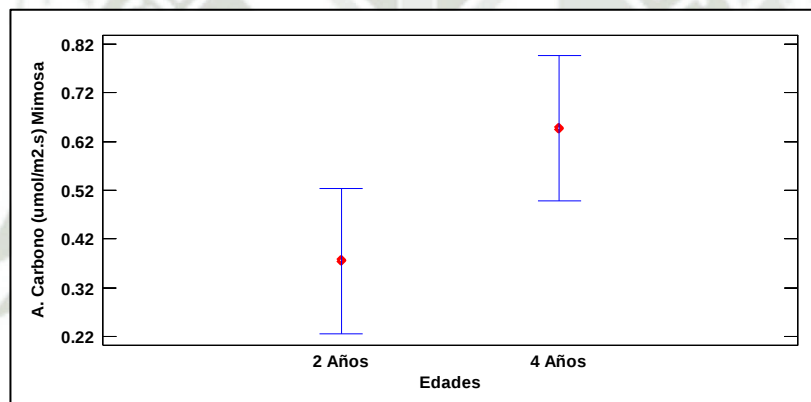
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8:00	12	0.376333	0.16492	a
12:00	12	0.382583	0.16492	a
16:00	12	0.41875	0.16492	a
10:00	12	0.669333	0.16492	a
14:00	12	0.70925	0.16492	a

Figura 69

Asimilación de carbono por épocas en Mimosa



Asimilación de carbono por edades en Mimosa



Asimilación de carbono por horas en Mimosa

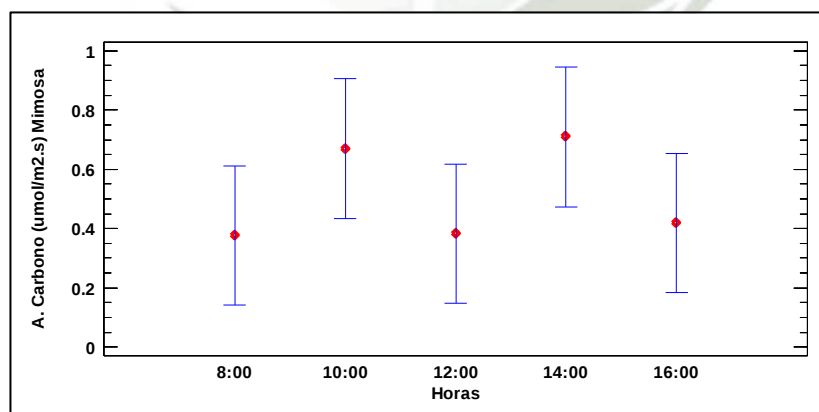
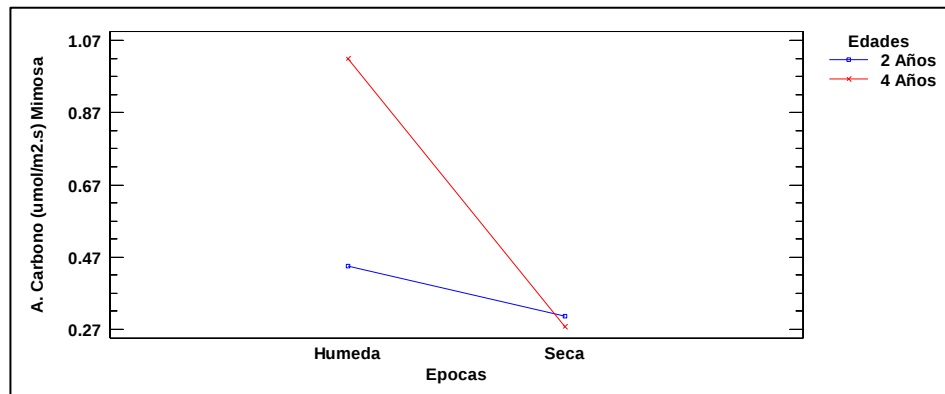


Figura 70

Interacción épocas por edades en Mimosa



ANEXO 9: Análisis de varianza para a. carbono (umol/m2.s) por épocas, especies y horas en *Morus nigra* “Mora”

Tabla 43

Rendimiento cuántico de la especie *Morus nigra* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Morus nigra</i> “Mora”	2 años	08:00:00	0.753	86.652	544.119
		10:00:00	0.570	266.685	666.058
		12:00:00	0.623	266.656	574.580
		14:00:00	0.381	263.343	107.194
		16:00:00	0.436	170.012	15.744
	4 años	08:00:00	0.152	86.677	617.366
		10:00:00	0.342	266.672	605.917
		12:00:00	0.141	266.638	691.955
		14:00:00	0.080	263.348	118.388
		16:00:00	0.472	169.996	9.131

Fuente: Elaboración propia

Figura 71

Rendimiento cuántico de la especie *Morus nigra* en función de la hora

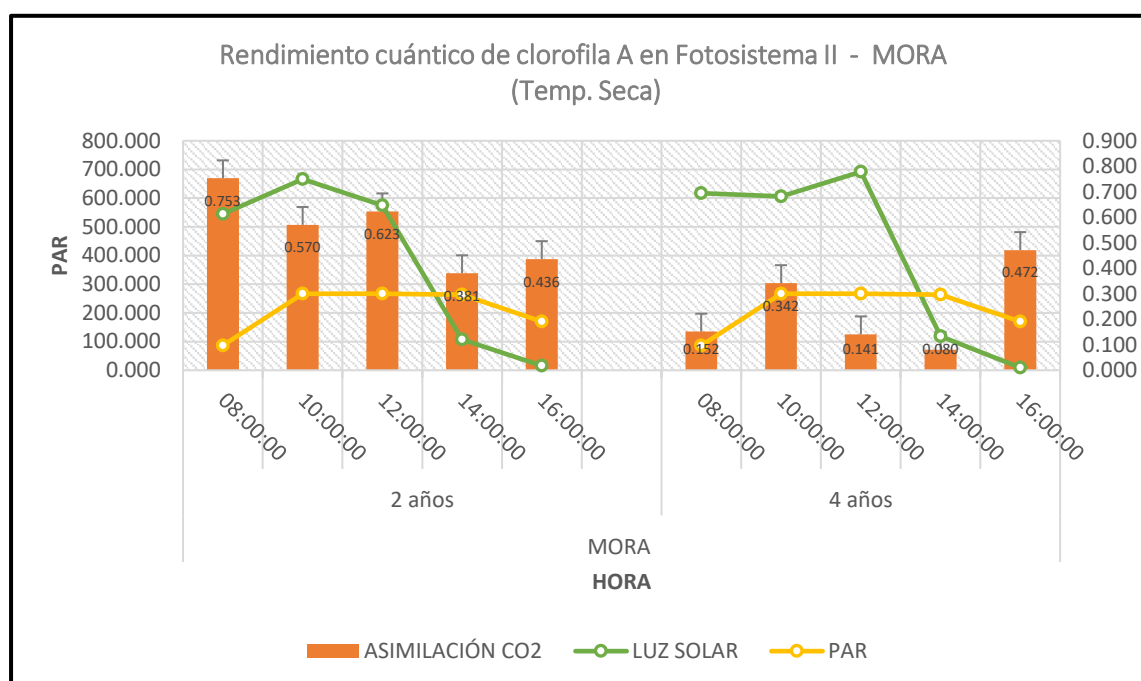


Tabla 44

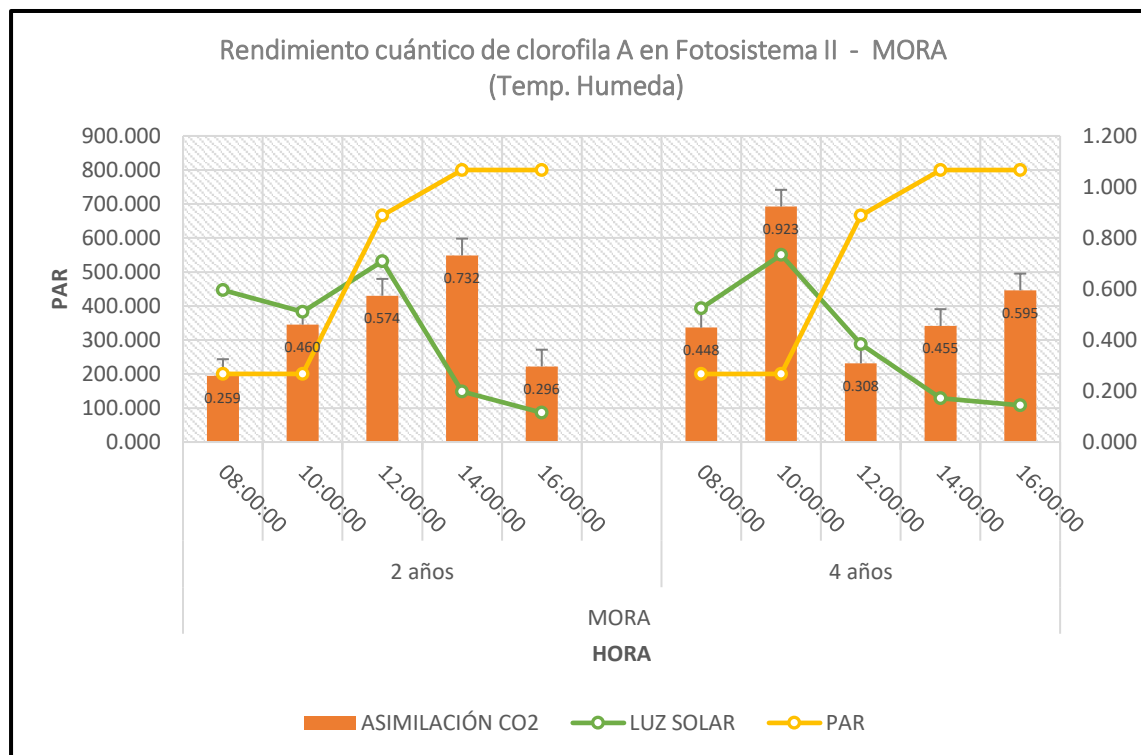
Rendimiento cuántico de la especie *Morus nigra* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Morus nigra</i> “ Mora”	2 años	08:00:00	0.259	200.069	447.268
		10:00:00	0.460	200.021	383.013
		12:00:00	0.574	666.648	531.377
		14:00:00	0.732	800.004	148.374
		16:00:00	0.296	799.995	86.379
	4 años	08:00:00	0.448	200.002	393.633
		10:00:00	0.923	200.009	550.400
		12:00:00	0.308	666.667	288.269
		14:00:00	0.455	799.988	128.743
		16:00:00	0.595	799.993	107.856

Fuente: Elaboración propia

Figura 72

Rendimiento cuántico de la especie *Morus nigra* en función de la hora - temporada húmeda



Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Análisis de Varianza para A. Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por épocas, edades y horas en Mora

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	0.182381	1	0.182381	1.34	0.2537
B: Edades	0.204867	1	0.204867	1.51	0.2268
C: Horas	0.245888	4	0.0614721	0.45	0.7703
INTERACCIONES					
AB	0.590835	1	0.590835	4.34	0.0436
AC	0.419734	4	0.104933	0.77	0.5501
BC	0.717224	4	0.179306	1.32	0.2796

ABC	0.323538	4	0.0808844	0.59	0.6684
RESIDUOS	5.43946	40	0.135987		
TOTAL (CORREGIDO)	8.12393	59			

Tabla 46

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por Épocas, edades y Horas en Mora

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.394867	0.0673267	a
Húmeda	30	0.505133	0.0673267	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

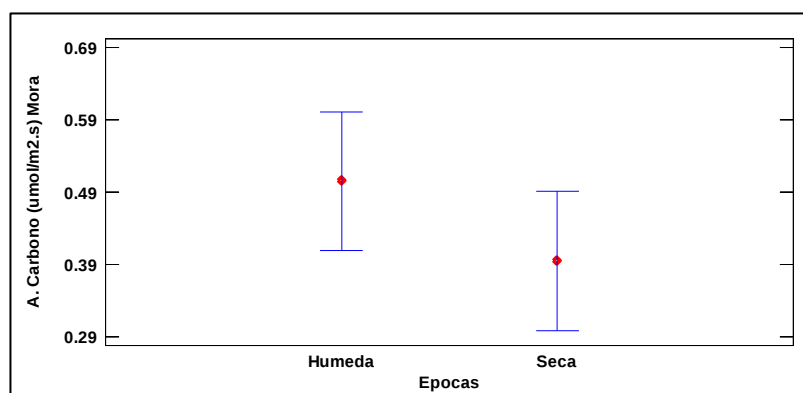
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4 Años	30	0.391567	0.0673267	a
2 Años	30	0.508433	0.0673267	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

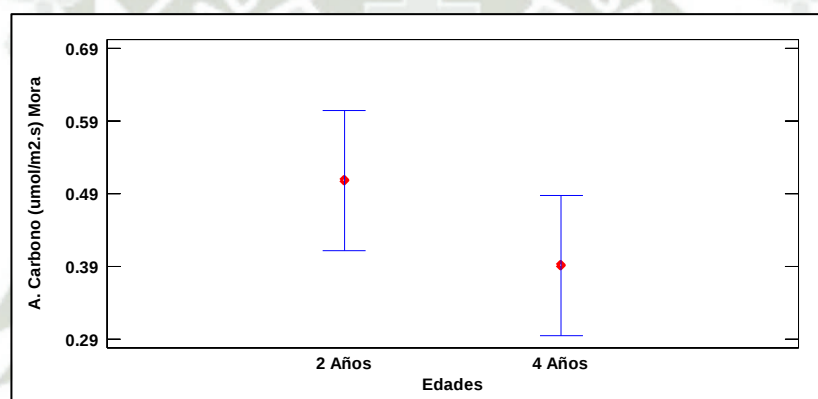
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8:00	12	0.403	0.106453	a
12:00	12	0.411583	0.106453	a
14:00	12	0.411917	0.106453	a
16:00	12	0.449583	0.106453	a
10:00	12	0.573917	0.106453	a

Figura 73

Asimilación de carbono por épocas en Mora



Asimilación de carbono por edades en Mora



Asimilación de carbono por horas en Mora

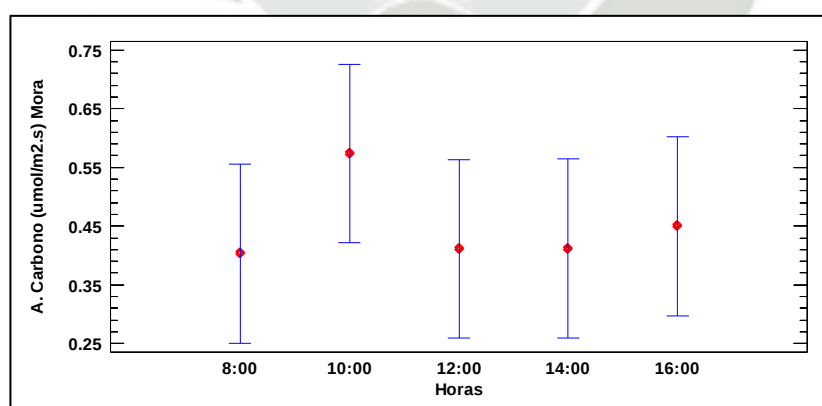
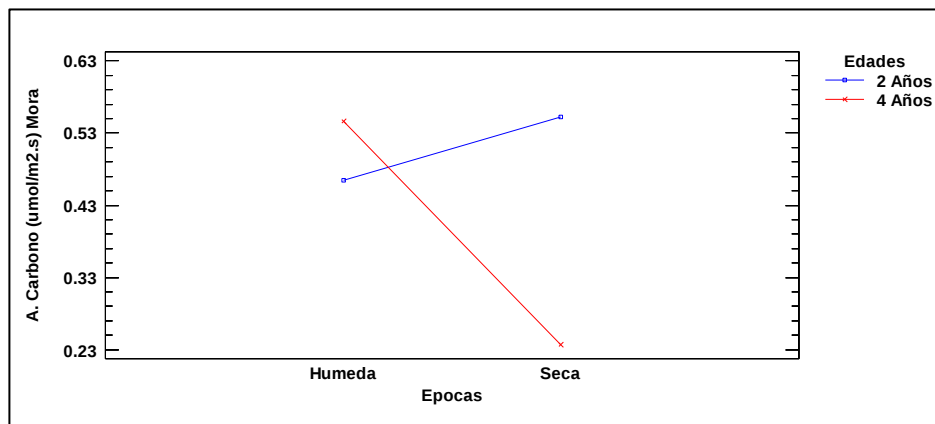


Figura 74

Interaccion época vs edad en Mora



ANEXO 10

Análisis de varianza para a. carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) por épocas, especies y horas en

***Fraxinus americana* “Fresno”**

Tabla 47

Rendimiento cuántico de la especie *Fraxinus americana* - temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			$\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<i>Fraxinus americana</i> “ Fresno”	2 años	08:00:00	0.318	86.652	627.254
		10:00:00	0.467	266.777	681.791
		12:00:00	0.320	266.655	706.995
		14:00:00	0.364	216.671	380.449
		16:00:00	0.126	100.002	29.029
	4 años	08:00:00	0.295	99.994	329.465
		10:00:00	0.703	266.669	698.538
		12:00:00	0.997	266.650	760.565
		14:00:00	0.593	216.667	437.901
		16:00:00	0.040672	100.008	14.758

Fuente: Elaboración propia

Figura 75

Rendimiento cuántico de la especie *Fraxinus americana* en función de la hora - temporada seca

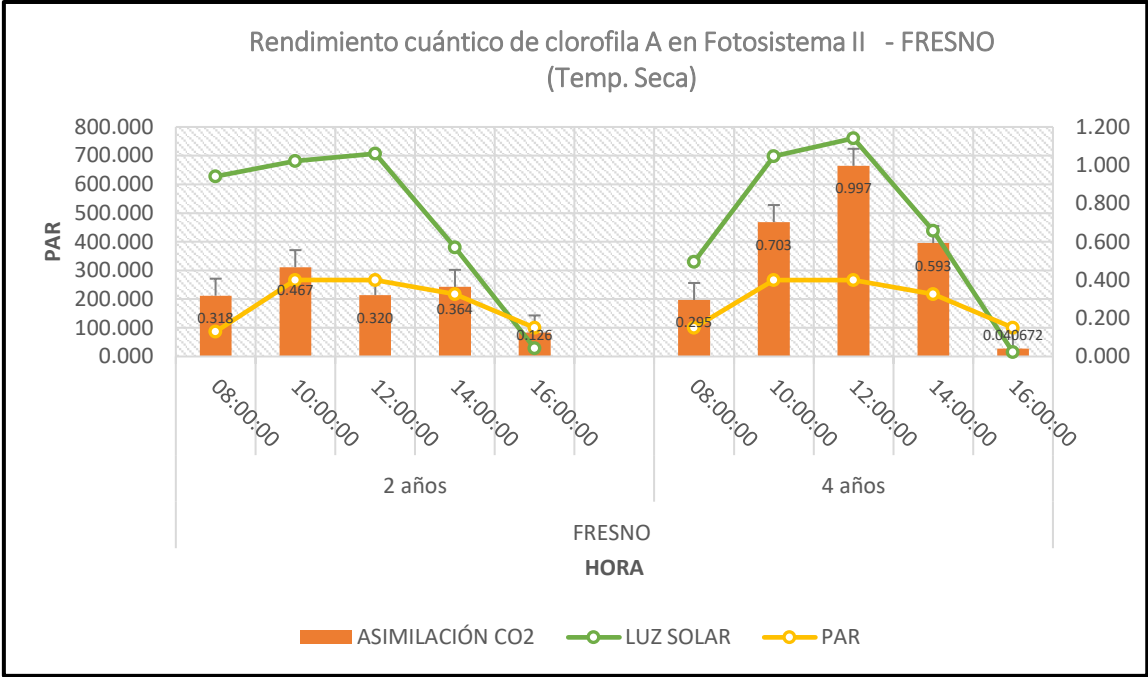


Tabla 48

Rendimiento cuántico de la especie *Fraxinus americana* - temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	ASIMILACIÓN CO ₂	PAR	LUZ SOLAR
			μmol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹
<i>Fraxinus americana</i> “ Fresno”	2 años	08:00:00	1.201	200.004	428.627
		10:00:00	1.342	200.010	672.120
		12:00:00	0.927	666.653	556.617
		14:00:00	1.919	799.985	156.563
		16:00:00	1.296	800.002	94.344
	4 años	08:00:00	1.220	199.979	406.953
		10:00:00	0.971	200.005	442.920
		12:00:00	0.723	666.697	570.908
		14:00:00	1.357	799.989	152.847

		16:00:00	0.533	799.990	79.040
--	--	----------	-------	---------	--------

Fuente: Elaboración propia

Figura 76

Rendimiento cuántico de la especie *Fraxinus americana* en función de la hora - temporada húmeda

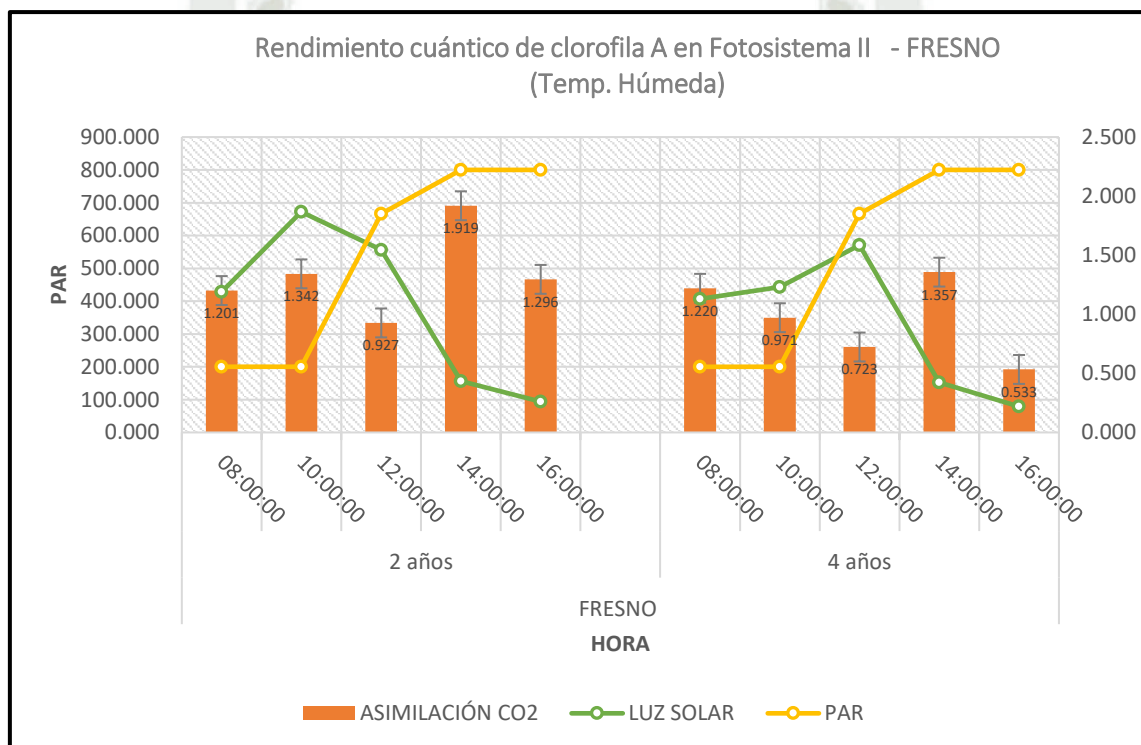


Tabla 49

Análisis de Varianza para A. Carbono ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$) por épocas, edades y horas en Fresno

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Épocas	7.91776	1	7.91776	12.16	0.0012
B: Edades	0.107357	1	0.107357	0.16	0.6869
C: Horas	1.99679	4	0.499197	0.77	0.5534
INTERACCIONES					
AB	1.27429	1	1.27429	1.96	0.1696

AC	1.70221	4	0.425553	0.65	0.6279
BC	0.695006	4	0.173752	0.27	0.8976
ABC	0.397972	4	0.0994929	0.15	0.9607
RESIDUOS	26.0505	40	0.651262		
TOTAL (CORREGIDO)	40.1419	59			

Tabla 50

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono (umol/m².s) por Épocas, edades y Horas en Fresno

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Épocas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Seca	30	0.422367	0.147339	a
Húmeda	30	1.1489	0.147339	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

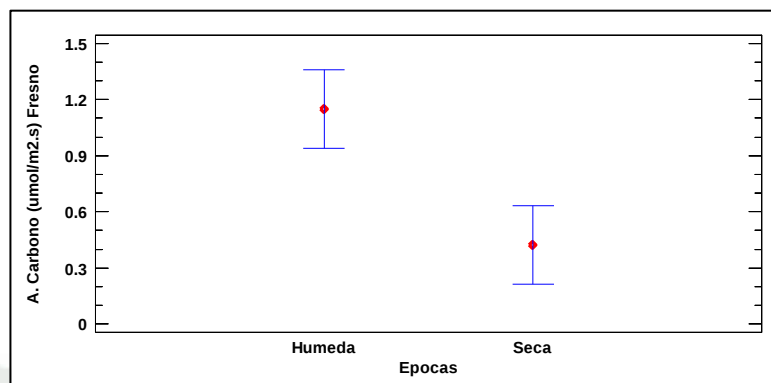
Edades	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
4 Años	30	0.743333	0.147339	a
2 Años	30	0.827933	0.147339	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

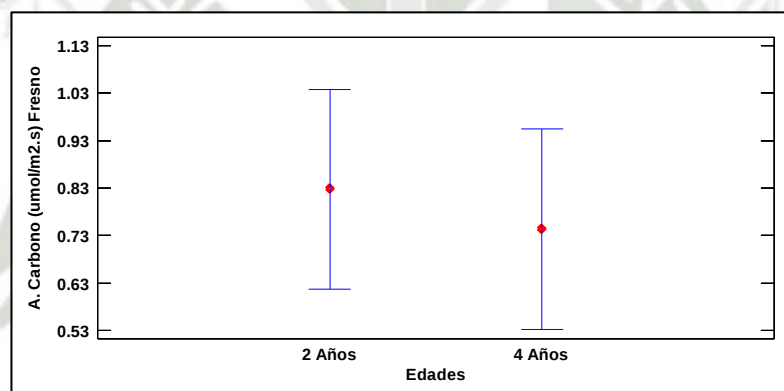
Horas	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
16:00	12	0.498917	0.232963	a
12:00	12	0.741833	0.232963	a
8:00	12	0.758417	0.232963	a
10:00	12	0.870833	0.232963	a
14:00	12	1.05817	0.232963	a

Figura 77

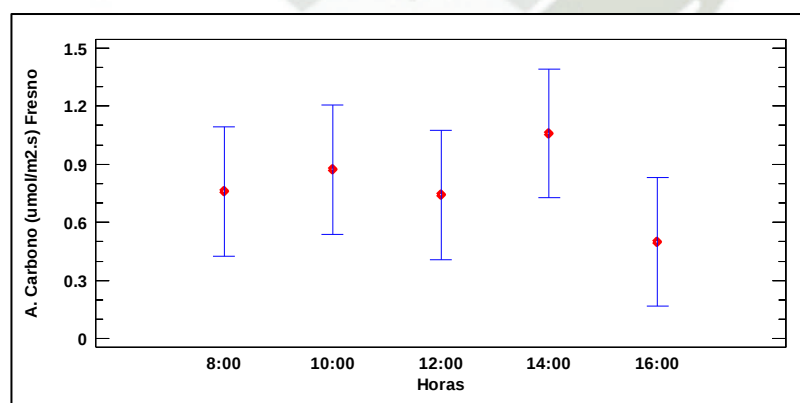
Asimilación de carbono por épocas en Fresno



Asimilación de carbono por edades en Fresno



Asimilación de carbono por horas en Fresno



ASIMILACION DE CARBONO PARA EPOCA HUMEDA

ANEXO 11: Análisis de varianza para carbono (umol/m².s) por especie, edades y horas para época húmeda

Tabla 51

Análisis de Varianza para A. Carbono (umol/m².s) por especies, edades y horas – temporada húmeda

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Especies	34.3755	9	3.8195	7.08	0.0000
B: Edades1	0.793822	1	0.793822	1.47	0.2266
C: Horas 1	6.14055	4	1.53514	2.85	0.0252
INTERACCIONES					
AB	4.61574	9	0.51286	0.95	0.4824
AC	16.8218	36	0.467272	0.87	0.6883
BC	0.599576	4	0.149894	0.28	0.8921
ABC	10.7618	36	0.298939	0.55	0.9815
RESIDUOS	107.898	200	0.539492		
TOTAL (CORREGIDO)	182.007	299			

Tabla 52

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono (umol/m².s) por especies , edades y Horas en época húmeda

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especies	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Cahuato	30	0.372833	0.134101	a
Mora	30	0.505133	0.134101	ab

Molle Serrano	30	0.511433	0.134101	ab
Yara	30	0.623267	0.134101	abc
Queñua	30	0.6517	0.134101	abc
Mimosa	30	0.731367	0.134101	abc
Mioporo	30	1.05523	0.134101	bcd
Fresno	30	1.1489	0.134101	cd
Qolle	30	1.17747	0.134101	cd
Alamo	30	1.4408	0.134101	e

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

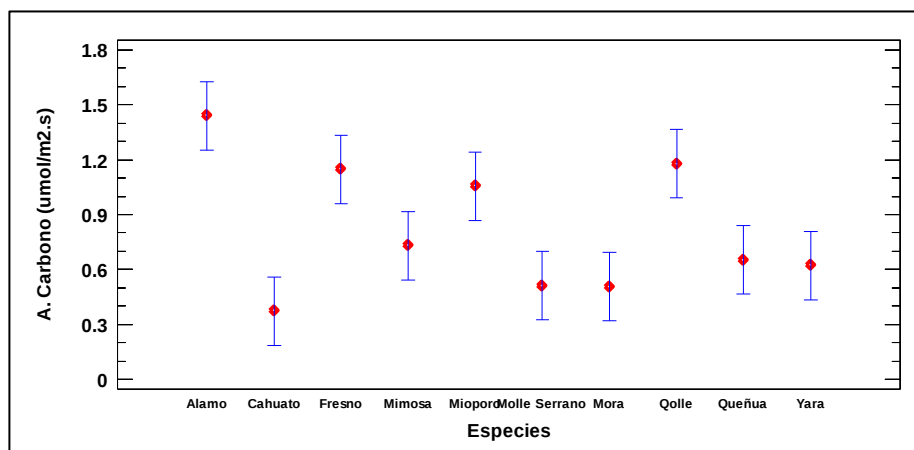
Edades1	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	150	0.770373	0.0599718	a
4 Años	150	0.873253	0.0599718	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

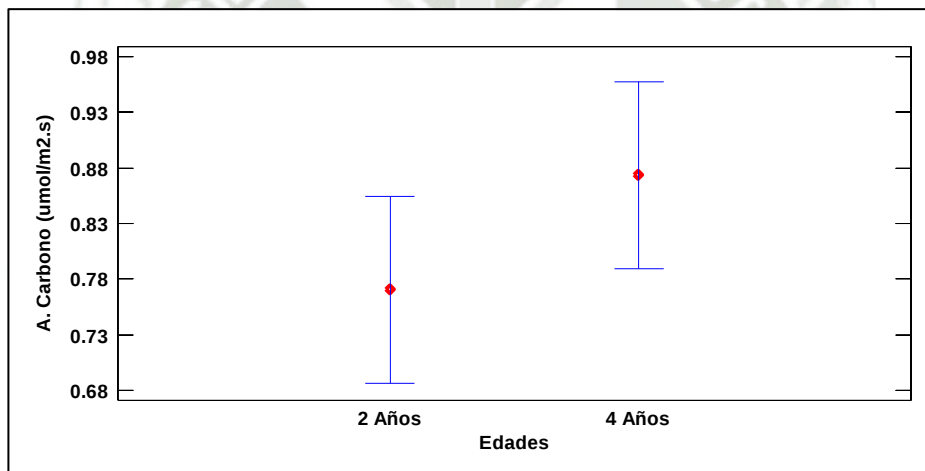
Horas 1	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
16:00	60	0.610067	0.0948237	a
10:00	60	0.762467	0.0948237	ab
8:00	60	0.802517	0.0948237	ab
12:00	60	0.89135	0.0948237	ab
14:00	60	1.04267	0.0948237	b

Figura78

Asimilación de carbono por especie en época húmeda



Asimilación de carbono por edades en época húmeda



Asimilación de carbono por horas en época húmeda

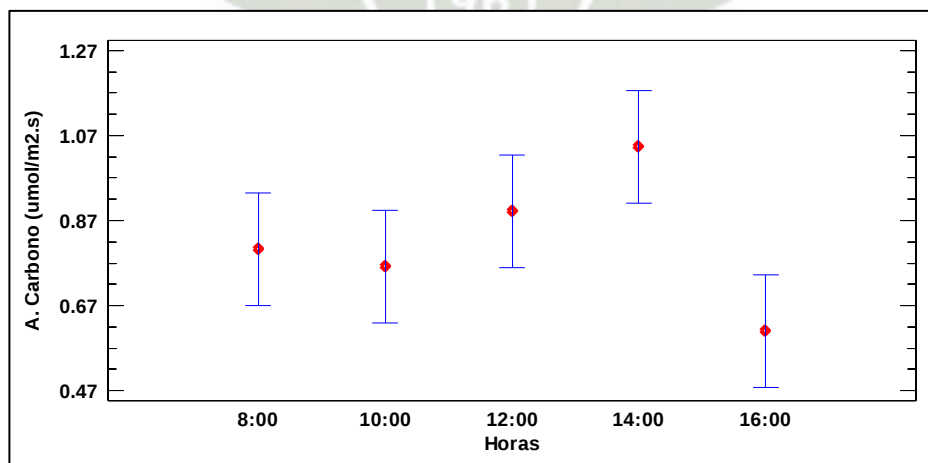


Figura 79

Interacción especies por edad en época húmeda

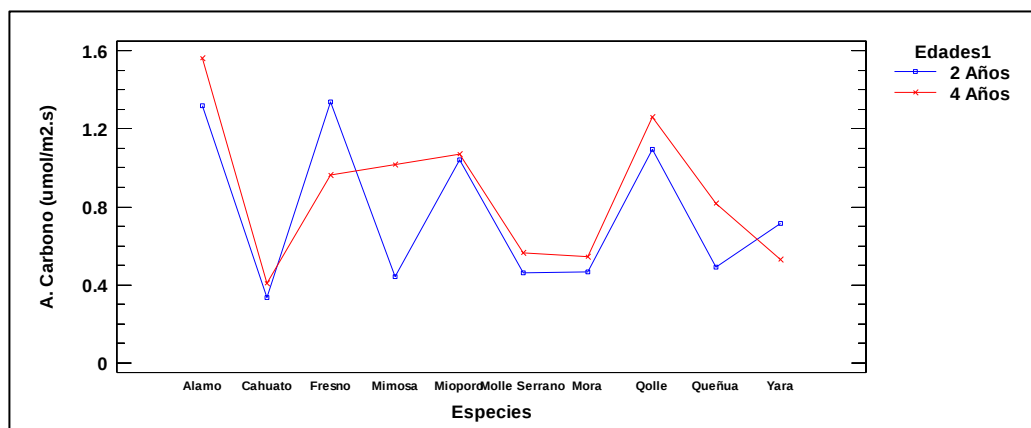
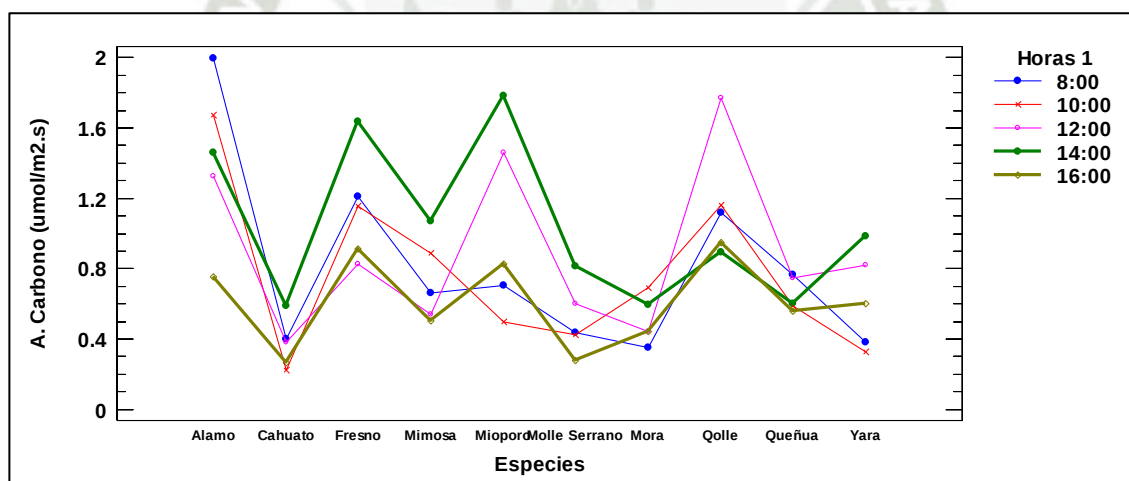


Figura 80

Interacción especies por horas en época húmeda



ASIMILACION DE CARBONO PARA EPOCA SECA

ANEXO 12: Análisis de varianza para carbono (umol/m².s) por especie, edad y hora para época seca

Tabla 53

Análisis de Varianza para A. Carbono (umol/m².s) por especies, edades y horas – temporada seca

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Especies	7.09332	9	0.788146	2.34	0.0158
B: Edades1	0.319285	1	0.319285	0.95	0.3314
C: Horas 1	8.29457	4	2.07364	6.16	0.0001
INTERACCIONES					
AB	2.9195	9	0.324389	0.96	0.4719
AC	16.0299	36	0.445276	1.32	0.1187
BC	1.15031	4	0.287578	0.85	0.4928
ABC	7.39823	36	0.205506	0.61	0.9605
RESIDUOS	67.3696	200	0.336848		
TOTAL (CORREGIDO)	110.575	299			

Tabla 54

Pruebas de Múltiple Rangos para Asimilación de Carbono (umol/m².s) por especies, edades y Horas en época seca

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Especies	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Mimosa	30	0.291133	0.105963	a
Molle Serrano	30	0.304	0.105963	a

Queñua	30	0.3147	0.105963	a
Mora	30	0.394867	0.105963	a
Mioporo	30	0.4223	0.105963	a
Fresno	30	0.422367	0.105963	a
Yara	30	0.5731	0.105963	a
Cahuato	30	0.604267	0.105963	a
Alamo	30	0.6775	0.105963	b
Qolle	30	0.736533	0.105963	b

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

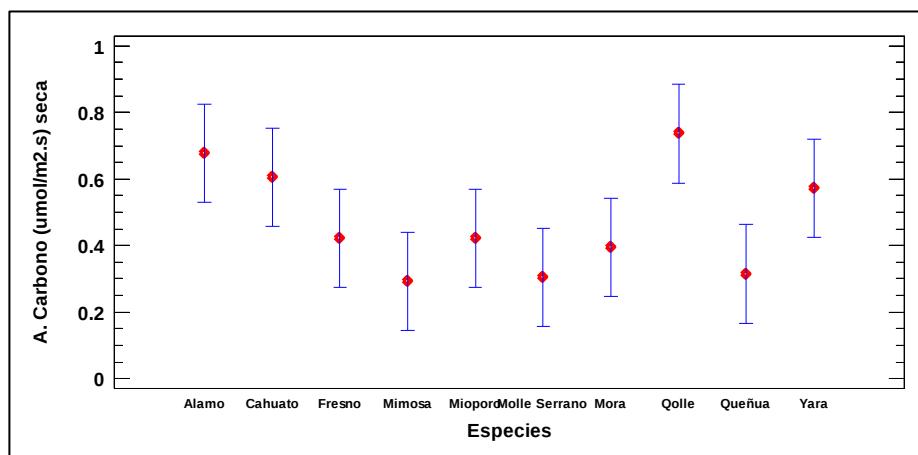
Edades1	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2 Años	150	0.441453	0.0473883	a
4 Años	150	0.5067	0.0473883	a

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

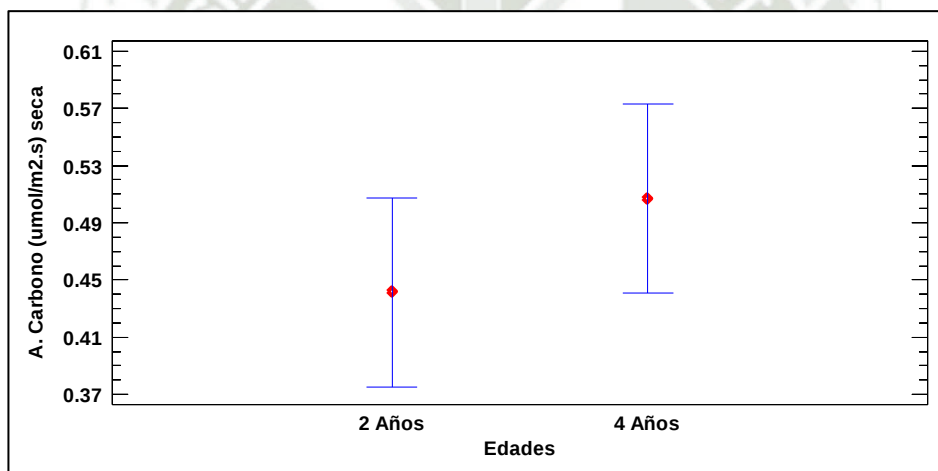
Horas 1	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8:00	60	0.265433	0.0749275	a
16:00	60	0.2787	0.0749275	a
14:00	60	0.57135	0.0749275	b
10:00	60	0.623583	0.0749275	b
12:00	60	0.631317	0.0749275	b

Figura 81

Asimilación de carbono por especies en época seca



Asimilación de carbono por edad en época seca



Asimilación de carbono por horas en época seca

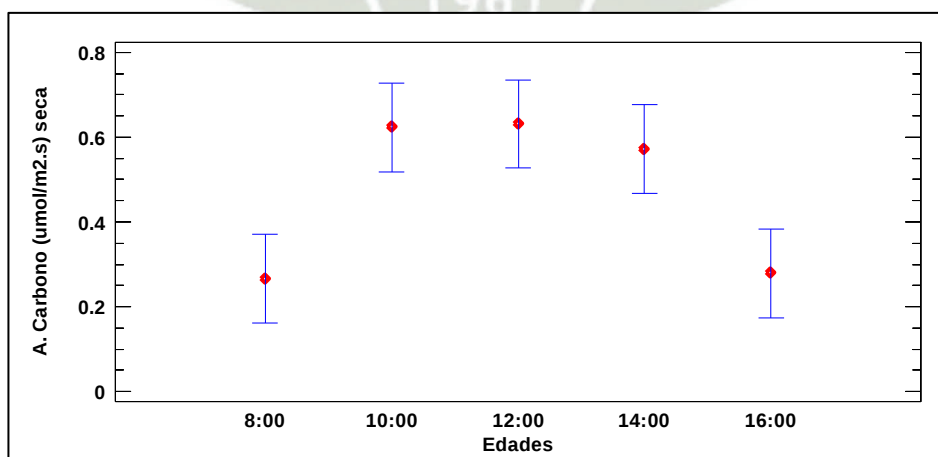


Figura 82

Interacción especies por edad en época seca

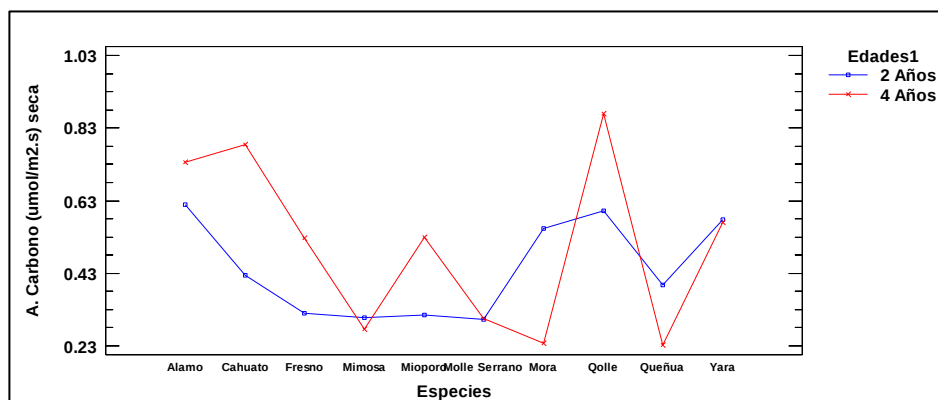
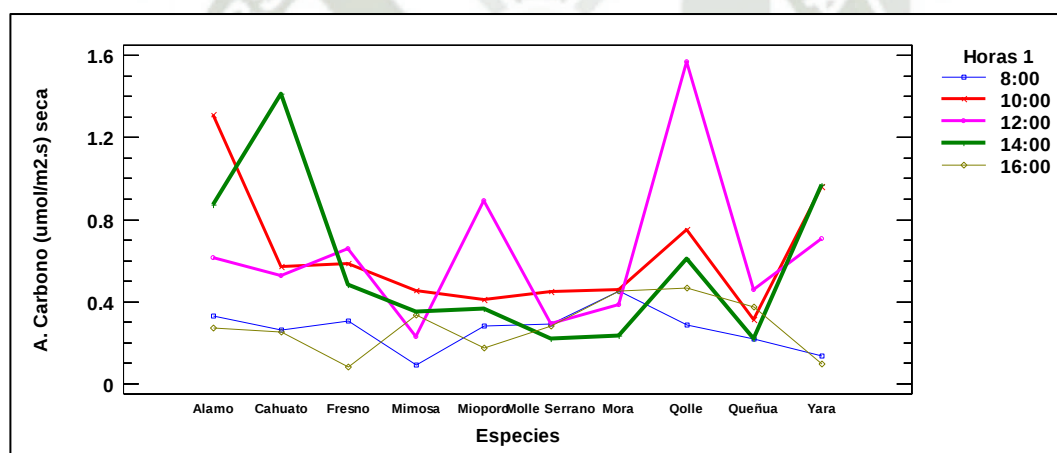


Figura 83

Interacción especies por horas en época seca



ANEXO 13: TABLA RESUMEN DE RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA DE TEMPORADA HÚMEDA

Especie	Edad	Radiación Fotosintéticamente Activa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por Hora de Muestreo				
	Años	08:00:00	10:00:00	12:00:00	14:00:00	16:00:00
CAHUATO	2	199.968±0.035	200.024±0.029	666.639±723.379	800.003±458.255	799.987±458.248
	4	199.997±0.007	200.024±0.053	666.660±723.415	800.000±458.264	799.987±458.257
QUEÑUA	2	199.998±0.004	344.483±250.159	666.673±723.418	799.972±458.267	799.987±458.251
	4	200.007±0.006	633.317±750.538	899.990±599.993	799.993±458.252	799.997±458.248
MOLLE SERRANO	2	200.004±0.031	199.996±0.018	666.667±723.386	800.004±458.264	799.992±458.273
	4	200.042±0.030	200.001±0.015	666.660±723.391	800.005±458.244	800.006±458.279
QOLLE	2	200.011±0.009	633.326±750.562	899.990±599.996	800.004±458.245	799.977±458.250
	4	199.998±0.008	633.341±750.533	899.999±599.985	799.999±458.242	899.992±519.598
YARA	2	199.989±0.010	199.978±0.018	666.670±723.414	800.005±458.268	799.998±458.246
	4	200.071±0.091	200.009±0.008	666.671±723.415	799.968±458.249	800.003±458.255
ALAMO	2	199.996±0.011	200.012±0.045	666.668±723.429	800.003±458.269	799.991±458.279
	4	199.993±0.013	200.000±0.019	666.670±723.381	800.007±458.271	800.005±458.264
MIOPORO	2	199.992±0.016	199.995±0.011	666.656±723.397	799.979±458.247	800.004±458.270
	4	200.033±0.085	199.998±0.003	666.661±723.425	799.971±458.248	799.999±458.260
MIMOSA	2	200.100±0.187	200.000±0.008	666.653±723.444	800.011±458.262	799.993±458.242
	4	200.036±0.042	200.000±0.018	666.671±723.413	800.003±458.269	799.968±458.239

MORA	2	200.069±0.094	200.021±0.039	666.648±723.438	800.004±458.255	799.995±458.265
	4	200.002±0.015	200.009±0.013	666.667±723.410	799.988±458.240	799.993±458.271
FRESNO	2	200.004±0.016	200.010±0.008	666.653±723.424	799.985±458.245	800.002±458.262
	4	199.979±0.014	200.005±0.045	666.697±723.393	799.989±458.251	799.990±458.265

Tabla 55

Tabla resumen de Radiación Fotosintéticamente Activa de temporada seca

Especie	Edad	Radiación Fotosintéticamente Activa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por Hora de Muestreo				
	Años	08:00:00	10:00:00	12:00:00	14:00:00	16:00:00
CAHUATO	2	86.658±23.093	100.008± 0.017	266.656±288.651	266.662±288.691	263.349±161.665
	4	73.353±23.126	266.656±288.682	266.668±288.672	266.688±288.658	169.998±0.015
QUEÑUA	2	86.651±23.090	266.660±288.668	266.647±288.688	263.326±161.659	170.005±0.003
	4	86.674±23.096	100.007±0.012	266.677±288.691	263.326±161.633	169.971±0.034
MOLLE SERRANO	2	86.671±23.093	99.992±0.030	266.687±288.705	266.663±288.656	449.976±0011
	4	60.016±0.056	299.989±346.384	266.669±288.674	266.673±288.684	450.000±0.008
QOLLE	2	86.685±23.105	266.662±288.665	266.672±288.671	216.674±202.062	169.985±0.063
	4	86.675±23.078	266.670±288.687	266.654±288.659	263.327±161.683	170.047±0.072
YARA	2	86.669±23.092	299.985±346.401	266.666±288.673	216.659±202.054	216.668±202.076

	4	86.671±23.077	266.664±288.674	266.662±288.674	216.676±202.064	450.022±0.023
ALAMO	2	59.996±0.015	266.624±288.659	248.872±304.387	216.662±202.082	100.003±0.017
	4	59.964±0.026	866.664±230.943	266.670±288.706	216.685±202.073	99.996±0.020
MIOPORO	2	100.004±0.004	266.652±288.696	266.652±288.708	263.313±161.677	169.988±0.014
	4	100.009±0.013	266.662±288.698	266.656±288.688	263.293±161.700	170.010±0.025
MIMOSA	2	60.002±0.001	299.980±346.407	266.667±288.675	216.674±202.096	449.999±0.002
	4	86.648±23.077	866.667±230.927	266.656±288.685	216.687±202.105	449.854±0.261
MORA	2	86.652±23.097	266.685±288.683	266.656±288.644	263.343±161.673	170.012±0.014
	4	86.677±23.103	266.672±288.677	266.638±288.662	263.348±161.644	169.996±0.011
FRESNO	2	86.652±23.080	266.777±288.556	266.655±288.644	216.671±202.059	100.002±0.002
	4	99.994±0.015	266.669±288.679	266.650±288.715	216.667±202.074	100.008±0.010

ANEXO 14: CONVERSIÓN DE ASIMILACIÓN A CAPTURA DE CARBONO

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Cahuato	2	14/02/2023	8	0.142	0.00025	7.04276E-11	2.8171E-07	0.000048517
Cahuato	2	15/02/2023	8	0.684	0.00025	3.38718E-10	1.35487E-06	0.000233339
Cahuato	2	16/02/2023	8	0.148	0.00025	7.30229E-11	2.92092E-07	0.000050305
Cahuato	2	14/02/2023	10	0.067	0.00025	3.30842E-11	1.32337E-07	0.000022791
Cahuato	2	15/02/2023	10	0.363	0.00025	1.79678E-10	7.18713E-07	0.000123778
Cahuato	2	16/02/2023	10	0.277	0.00025	1.36965E-10	5.47858E-07	0.000094353
Cahuato	2	14/02/2023	12	0.204	0.00025	1.00997E-10	4.03989E-07	0.000069576
Cahuato	2	15/02/2023	12	0.690	0.00025	3.41325E-10	1.3653E-06	0.000235135
Cahuato	2	16/02/2023	12	0.515	0.00025	2.54789E-10	1.01916E-06	0.000175521
Cahuato	2	14/02/2023	14	0.312	0.00025	1.54223E-10	6.1689E-07	0.000106242
Cahuato	2	15/02/2023	14	0.585	0.00025	2.89438E-10	1.15775E-06	0.000199391
Cahuato	2	16/02/2023	14	0.287	0.00025	1.41991E-10	5.67963E-07	0.000097816
Cahuato	2	14/02/2023	16	0.137	0.00025	6.78746E-11	2.71498E-07	0.000046758
Cahuato	2	15/02/2023	16	0.291	0.00025	1.44033E-10	5.76131E-07	0.000099223

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Cahuato	2	16/02/2023	16	0.331	0.00025	1.63667E-10	6.54668E-07	0.000112748
Cahuato	4	14/02/2023	8	0.211	0.00025	1.04674E-10	4.18695E-07	0.000072109
Cahuato	4	15/02/2023	8	0.665	0.00025	3.29354E-10	1.31741E-06	0.000226888
Cahuato	4	16/02/2023	8	0.538	0.00025	2.66339E-10	1.06535E-06	0.000183478
Cahuato	4	14/02/2023	10	0.162	0.00025	8.00169E-11	3.20068E-07	0.000055123
Cahuato	4	15/02/2023	10	0.134	0.00025	6.61599E-11	2.6464E-07	0.000045577
Cahuato	4	16/02/2023	10	0.336	0.00025	1.66125E-10	6.64501E-07	0.000114442
Cahuato	4	14/02/2023	12	0.392	0.00025	1.9415E-10	7.76602E-07	0.000133748
Cahuato	4	15/02/2023	12	0.159	0.00025	7.84818E-11	3.13927E-07	0.000054065
Cahuato	4	16/02/2023	12	0.347	0.00025	1.71994E-10	6.87974E-07	0.000118484
Cahuato	4	14/02/2023	14	1.185	0.00025	5.8662E-10	2.34648E-06	0.000404116
Cahuato	4	15/02/2023	14	0.213	0.00025	1.05403E-10	4.21613E-07	0.000072611
Cahuato	4	16/02/2023	14	0.968	0.00025	4.79181E-10	1.91672E-06	0.000330103
Cahuato	4	14/02/2023	16	0.343	0.00025	1.69945E-10	6.79779E-07	0.000117073
Cahuato	4	15/02/2023	16	0.288	0.00025	1.42561E-10	5.70245E-07	0.000098209
Cahuato	4	16/02/2023	16	0.211	0.00025	1.04588E-10	4.18352E-07	0.000072049

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Queñua	2	14/02/2023	8	0.223	0.00012	5.31021E-11	4.42517E-07	0.000036581
Queñua	2	15/02/2023	8	0.187	0.00012	4.45033E-11	3.70861E-07	0.000030658
Queñua	2	16/02/2023	8	2.285	0.00012	5.42949E-10	4.52458E-06	0.000374032
Queñua	2	14/02/2023	10	0.308	0.00012	7.32859E-11	6.10716E-07	0.000050486
Queñua	2	15/02/2023	10	0.314	0.00012	7.46954E-11	6.22462E-07	0.000051457
Queñua	2	16/02/2023	10	0.441	0.00012	1.04872E-10	8.73934E-07	0.000072245
Queñua	2	14/02/2023	12	0.480	0.00012	1.13947E-10	9.49562E-07	0.000078497
Queñua	2	15/02/2023	12	0.312	0.00012	7.41598E-11	6.17998E-07	0.000051088
Queñua	2	16/02/2023	12	0.372	0.00012	8.83417E-11	7.36181E-07	0.000060858
Queñua	2	14/02/2023	14	0.359	0.00012	8.52674E-11	7.10561E-07	0.000058740
Queñua	2	15/02/2023	14	0.306	0.00012	7.26659E-11	6.05549E-07	0.000050059
Queñua	2	16/02/2023	14	0.572	0.00012	1.35799E-10	1.13166E-06	0.000093550
Queñua	2	14/02/2023	16	0.065	0.00012	1.54316E-11	1.28596E-07	0.000010631
Queñua	2	15/02/2023	16	0.446	0.00012	1.05982E-10	8.8318E-07	0.000073010
Queñua	2	16/02/2023	16	0.654	0.00012	1.55375E-10	1.29479E-06	0.000107036
Queñua	4	14/02/2023	8	0.347	0.00012	8.23396E-11	6.86163E-07	0.000056723

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Queñua	4	15/02/2023	8	0.867	0.00012	2.05972E-10	1.71644E-06	0.000141892
Queñua	4	16/02/2023	8	0.687	0.00012	1.63186E-10	1.35988E-06	0.000112417
Queñua	4	14/02/2023	10	0.222	0.00012	5.27839E-11	4.39866E-07	0.000036362
Queñua	4	15/02/2023	10	0.692	0.00012	1.64463E-10	1.37052E-06	0.000113296
Queñua	4	16/02/2023	10	1.553	0.00012	3.68904E-10	3.0742E-06	0.000254134
Queñua	4	14/02/2023	12	1.980	0.00012	4.70363E-10	3.91969E-06	0.000324028
Queñua	4	15/02/2023	12	1.044	0.00012	2.48126E-10	2.06772E-06	0.000170932
Queñua	4	16/02/2023	12	0.281	0.00012	6.68076E-11	5.5673E-07	0.000046023
Queñua	4	14/02/2023	14	1.040	0.00012	2.47215E-10	2.06012E-06	0.000170303
Queñua	4	15/02/2023	14	0.275	0.00012	6.5353E-11	5.44608E-07	0.000045021
Queñua	4	16/02/2023	14	1.040	0.00012	2.47215E-10	2.06012E-06	0.000170303
Queñua	4	14/02/2023	16	0.305	0.00012	7.23595E-11	6.02996E-07	0.000049848
Queñua	4	15/02/2023	16	0.260	0.00012	6.18594E-11	5.15495E-07	0.000042614
Queñua	4	16/02/2023	16	1.634	0.00012	3.88128E-10	3.2344E-06	0.000267377
Molle Serrano	2	14/02/2023	8	0.122	0.02000	4.84977E-09	2.42489E-07	0.003340954

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Molle Serrano	2	15/02/2023	8	0.310	0.02000	1.22732E-08	6.13662E-07	0.008454899
Molle Serrano	2	16/02/2023	8	0.564	0.02000	2.23433E-08	1.11717E-06	0.015392058
Molle Serrano	2	14/02/2023	10	0.578	0.02000	2.28919E-08	1.14459E-06	0.015769950
Molle Serrano	2	15/02/2023	10	0.400	0.02000	1.5849E-08	7.92452E-07	0.010918229
Molle Serrano	2	16/02/2023	10	0.362	0.02000	1.43278E-08	7.16392E-07	0.009870295
Molle Serrano	2	14/02/2023	12	0.257	0.02000	1.01593E-08	5.07964E-07	0.006998620
Molle Serrano	2	15/02/2023	12	0.392	0.02000	1.55259E-08	7.76297E-07	0.010695651
Molle Serrano	2	16/02/2023	12	1.083	0.02000	4.29026E-08	2.14513E-06	0.029555097

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Molle Serrano	2	14/02/2023	14	0.648	0.02000	2.56411E-08	1.28206E-06	0.017663882
Molle Serrano	2	15/02/2023	14	0.474	0.02000	1.87752E-08	9.38758E-07	0.012933994
Molle Serrano	2	16/02/2023	14	0.821	0.02000	3.25177E-08	1.62588E-06	0.022401063
Molle Serrano	2	14/02/2023	16	0.388	0.02000	1.5368E-08	7.684E-07	0.010586850
Molle Serrano	2	15/02/2023	16	0.169	0.02000	6.70321E-09	3.35161E-07	0.004617767
Molle Serrano	2	16/02/2023	16	0.338	0.02000	1.33877E-08	6.69387E-07	0.009222668
Molle Serrano	4	14/02/2023	8	1.007	0.02000	3.98625E-08	1.99312E-06	0.027460821
Molle Serrano	4	15/02/2023	8	0.332	0.02000	1.31363E-08	6.56816E-07	0.009049458

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Molle Serrano	4	16/02/2023	8	0.296	0.02000	1.17332E-08	5.8666E-07	0.008082873
Molle Serrano	4	14/02/2023	10	0.494	0.02000	1.95521E-08	9.77606E-07	0.013469236
Molle Serrano	4	15/02/2023	10	0.393	0.02000	1.55555E-08	7.77774E-07	0.010715993
Molle Serrano	4	16/02/2023	10	0.318	0.02000	1.25756E-08	6.28779E-07	0.008663173
Molle Serrano	4	14/02/2023	12	0.598	0.02000	2.36985E-08	1.18493E-06	0.016325652
Molle Serrano	4	15/02/2023	12	0.206	0.02000	8.14506E-09	4.07253E-07	0.005611041
Molle Serrano	4	16/02/2023	12	1.069	0.02000	4.23479E-08	2.1174E-06	0.029173032
Molle Serrano	4	14/02/2023	14	0.164	0.02000	6.49994E-09	3.24997E-07	0.004477739

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Molle Serrano	4	15/02/2023	14	0.662	0.02000	2.62286E-08	1.31143E-06	0.018068617
Molle Serrano	4	16/02/2023	14	2.107	0.02000	8.34375E-08	4.17187E-06	0.057479133
Molle Serrano	4	14/02/2023	16	0.164	0.02000	6.49276E-09	3.24638E-07	0.004472792
Molle Serrano	4	15/02/2023	16	0.185	0.02000	7.31209E-09	3.65604E-07	0.005037216
Molle Serrano	4	16/02/2023	16	0.442	0.02000	1.75177E-08	8.75885E-07	0.012067744
Qolle	2	14/02/2023	8	2.551	0.00032	1.61622E-09	5.0507E-06	0.001113398
Qolle	2	15/02/2023	8	0.595	0.00032	3.77114E-10	1.17848E-06	0.000259789
Qolle	2	16/02/2023	8	1.327	0.00032	8.40946E-10	2.62796E-06	0.000579318
Qolle	2	14/02/2023	10	0.236	0.00032	1.49558E-10	4.67368E-07	0.000103029
Qolle	2	15/02/2023	10	1.754	0.00032	1.11152E-09	3.47349E-06	0.000765712
Qolle	2	16/02/2023	10	1.934	0.00032	1.22564E-09	3.83011E-06	0.000844326

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Qolle	2	14/02/2023	12	2.157	0.00032	1.36645E-09	4.27017E-06	0.000941335
Qolle	2	15/02/2023	12	1.868	0.00032	1.18356E-09	3.69861E-06	0.000815339
Qolle	2	16/02/2023	12	0.962	0.00032	6.09695E-10	1.9053E-06	0.000420012
Qolle	2	14/02/2023	14	0.266	0.00032	1.68704E-10	5.27201E-07	0.000116218
Qolle	2	15/02/2023	14	0.291	0.00032	1.84189E-10	5.75592E-07	0.000126886
Qolle	2	16/02/2023	14	0.258	0.00032	1.63626E-10	5.1133E-07	0.000112720
Qolle	2	14/02/2023	16	0.393	0.00032	2.49181E-10	7.78692E-07	0.000171658
Qolle	2	15/02/2023	16	0.722	0.00032	4.57567E-10	1.4299E-06	0.000315213
Qolle	2	16/02/2023	16	1.125	0.00032	7.12634E-10	2.22698E-06	0.000490926
Qolle	4	14/02/2023	8	0.603	0.00032	3.82271E-10	1.1946E-06	0.000263342
Qolle	4	15/02/2023	8	0.942	0.00032	5.96756E-10	1.86486E-06	0.000411098
Qolle	4	16/02/2023	8	0.678	0.00032	4.29645E-10	1.34264E-06	0.000295977
Qolle	4	14/02/2023	10	0.628	0.00032	3.97753E-10	1.24298E-06	0.000274007
Qolle	4	15/02/2023	10	0.907	0.00032	5.74834E-10	1.79636E-06	0.000395997
Qolle	4	16/02/2023	10	1.492	0.00032	9.4504E-10	2.95325E-06	0.000651027
Qolle	4	14/02/2023	12	1.512	0.00032	9.58295E-10	2.99467E-06	0.000660159

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Qolle	4	15/02/2023	12	1.954	0.00032	1.23818E-09	3.86931E-06	0.000852967
Qolle	4	16/02/2023	12	2.157	0.00032	1.36656E-09	4.2705E-06	0.000941409
Qolle	4	14/02/2023	14	1.025	0.00032	6.4942E-10	2.02944E-06	0.000447378
Qolle	4	15/02/2023	14	1.569	0.00032	9.94144E-10	3.1067E-06	0.000684855
Qolle	4	16/02/2023	14	1.951	0.00032	1.23606E-09	3.8627E-06	0.000851510
Qolle	4	14/02/2023	16	1.509	0.00032	9.55916E-10	2.98724E-06	0.000658520
Qolle	4	15/02/2023	16	0.449	0.00032	2.84584E-10	8.89324E-07	0.000196047
Qolle	4	16/02/2023	16	1.509	0.00032	9.55916E-10	2.98724E-06	0.000658520
Yara	2	14/02/2023	8	0.336	0.01500	9.97526E-09	6.65017E-07	0.006871846
Yara	2	15/02/2023	8	0.922	0.01500	2.73979E-08	1.82653E-06	0.018874104
Yara	2	16/02/2023	8	0.256	0.01500	7.61216E-09	5.07477E-07	0.005243932
Yara	2	14/02/2023	10	0.308	0.01500	9.15598E-09	6.10398E-07	0.006307450
Yara	2	15/02/2023	10	0.414	0.01500	1.23094E-08	8.20629E-07	0.008479831
Yara	2	16/02/2023	10	0.308	0.01500	9.15598E-09	6.10398E-07	0.006307450
Yara	2	14/02/2023	12	0.490	0.01500	1.45459E-08	9.69724E-07	0.010020483
Yara	2	15/02/2023	12	1.306	0.01500	3.87749E-08	2.58499E-06	0.026711601

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Yara	2	16/02/2023	12	0.372	0.01500	1.10357E-08	7.35715E-07	0.007602390
Yara	2	14/02/2023	14	4.025	0.01500	1.19553E-07	7.97021E-06	0.082358845
Yara	2	15/02/2023	14	0.831	0.01500	2.46926E-08	1.64617E-06	0.017010471
Yara	2	16/02/2023	14	0.222	0.01500	6.59848E-09	4.39899E-07	0.004545619
Yara	2	14/02/2023	16	0.499	0.01500	1.48095E-08	9.87299E-07	0.010202086
Yara	2	15/02/2023	16	0.209	0.01500	6.21176E-09	4.14117E-07	0.004279209
Yara	2	16/02/2023	16	0.247	0.01500	7.33021E-09	4.88681E-07	0.005049699
Yara	4	14/02/2023	8	0.105	0.01500	3.12053E-09	2.08035E-07	0.002149698
Yara	4	15/02/2023	8	0.303	0.01500	8.98758E-09	5.99172E-07	0.006191442
Yara	4	16/02/2023	8	0.358	0.01500	1.06198E-08	7.07985E-07	0.007315841
Yara	4	14/02/2023	10	0.377	0.01500	1.11906E-08	7.46043E-07	0.007709110
Yara	4	15/02/2023	10	0.180	0.01500	5.34836E-09	3.56557E-07	0.003684423
Yara	4	16/02/2023	10	0.377	0.01500	1.11906E-08	7.46043E-07	0.007709110
Yara	4	14/02/2023	12	0.245	0.01500	7.27207E-09	4.84805E-07	0.005009651
Yara	4	15/02/2023	12	0.524	0.01500	1.55506E-08	1.0367E-06	0.010712610
Yara	4	16/02/2023	12	2.002	0.01500	5.9473E-08	3.96487E-06	0.040970291

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Yara	4	14/02/2023	14	0.317	0.01500	9.41621E-09	6.27747E-07	0.006486720
Yara	4	15/02/2023	14	0.127	0.01500	3.77829E-09	2.51886E-07	0.002602819
Yara	4	16/02/2023	14	0.399	0.01500	1.18538E-08	7.90256E-07	0.008165982
Yara	4	14/02/2023	16	0.274	0.01500	8.12469E-09	5.41646E-07	0.005597010
Yara	4	15/02/2023	16	0.024	0.01500	6.99485E-10	4.66323E-08	0.000481867
Yara	4	16/02/2023	16	2.341	0.01500	6.95405E-08	4.63603E-06	0.047905644
Alamo	2	14/02/2023	8	1.394	0.00280	7.72949E-09	2.76053E-06	0.005324763
Alamo	2	15/02/2023	8	1.740	0.00280	9.64772E-09	3.44562E-06	0.006646210
Alamo	2	16/02/2023	8	2.421	0.00280	1.34229E-08	4.7939E-06	0.009246906
Alamo	2	14/02/2023	10	0.548	0.00280	3.03865E-09	1.08523E-06	0.002093295
Alamo	2	15/02/2023	10	1.347	0.00280	7.46605E-09	2.66645E-06	0.005143280
Alamo	2	16/02/2023	10	3.041	0.00280	1.68569E-08	6.02033E-06	0.011612546
Alamo	2	14/02/2023	12	1.254	0.00280	6.9501E-09	2.48218E-06	0.004787847
Alamo	2	15/02/2023	12	1.639	0.00280	9.08395E-09	3.24427E-06	0.006257830
Alamo	2	16/02/2023	12	1.254	0.00280	6.9501E-09	2.48218E-06	0.004787847
Alamo	2	14/02/2023	14	0.501	0.00280	2.77511E-09	9.91109E-07	0.001911740

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Alamo	2	15/02/2023	14	1.145	0.00280	6.3497E-09	2.26775E-06	0.004374238
Alamo	2	16/02/2023	14	1.882	0.00280	1.0434E-08	3.72642E-06	0.007187850
Alamo	2	14/02/2023	16	0.156	0.00280	8.66512E-10	3.09469E-07	0.000596931
Alamo	2	15/02/2023	16	0.082	0.00280	4.57014E-10	1.63219E-07	0.000314832
Alamo	2	16/02/2023	16	1.398	0.00280	7.7506E-09	2.76807E-06	0.005339300
Alamo	4	14/02/2023	8	1.487	0.00280	8.24562E-09	2.94487E-06	0.005680318
Alamo	4	15/02/2023	8	1.450	0.00280	8.03777E-09	2.87063E-06	0.005537133
Alamo	4	16/02/2023	8	3.481	0.00280	1.92961E-08	6.89147E-06	0.013292882
Alamo	4	14/02/2023	10	0.411	0.00280	2.27615E-09	8.12911E-07	0.001568015
Alamo	4	15/02/2023	10	1.249	0.00280	6.925E-09	2.47321E-06	0.004770554
Alamo	4	16/02/2023	10	3.427	0.00280	1.89968E-08	6.78456E-06	0.013086659
Alamo	4	14/02/2023	12	1.860	0.00280	1.03117E-08	3.68274E-06	0.007103587
Alamo	4	15/02/2023	12	0.519	0.00280	2.87735E-09	1.02762E-06	0.001982172
Alamo	4	16/02/2023	12	1.419	0.00280	7.86418E-09	2.80863E-06	0.005417543
Alamo	4	14/02/2023	14	3.664	0.00280	2.03124E-08	7.25441E-06	0.013992959
Alamo	4	15/02/2023	14	0.277	0.00280	1.53786E-09	5.49234E-07	0.001059412

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Alamo	4	16/02/2023	14	1.296	0.00280	7.18247E-09	2.56517E-06	0.004947923
Alamo	4	14/02/2023	16	0.312	0.00280	1.72898E-09	6.17491E-07	0.001191072
Alamo	4	15/02/2023	16	0.171	0.00280	9.49798E-10	3.39214E-07	0.000654305
Alamo	4	16/02/2023	16	2.399	0.00280	1.33009E-08	4.75034E-06	0.009162873
Mioporo	2	14/02/2023	8	1.035	0.00180	3.68908E-09	2.04949E-06	0.002541368
Mioporo	2	15/02/2023	8	0.501	0.00180	1.7853E-09	9.91833E-07	0.001229873
Mioporo	2	16/02/2023	8	1.026	0.00180	3.65575E-09	2.03097E-06	0.002518403
Mioporo	2	14/02/2023	10	0.211	0.00180	7.52933E-10	4.18296E-07	0.000518687
Mioporo	2	15/02/2023	10	0.393	0.00180	1.40139E-09	7.78548E-07	0.000965399
Mioporo	2	16/02/2023	10	0.413	0.00180	1.47079E-09	8.17107E-07	0.001013213
Mioporo	2	14/02/2023	12	0.636	0.00180	2.26583E-09	1.2588E-06	0.001560907
Mioporo	2	15/02/2023	12	1.586	0.00180	5.65239E-09	3.14022E-06	0.003893868
Mioporo	2	16/02/2023	12	1.989	0.00180	7.08786E-09	3.9377E-06	0.004882745
Mioporo	2	14/02/2023	14	1.653	0.00180	5.88982E-09	3.27212E-06	0.004057432
Mioporo	2	15/02/2023	14	0.260	0.00180	9.28176E-10	5.15653E-07	0.000639410
Mioporo	2	16/02/2023	14	3.538	0.00180	1.26085E-08	7.00471E-06	0.008685845

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mioporo	2	14/02/2023	16	0.513	0.00180	1.82875E-09	1.01597E-06	0.001259806
Mioporo	2	15/02/2023	16	0.158	0.00180	5.63568E-10	3.13093E-07	0.000388236
Mioporo	2	16/02/2023	16	1.715	0.00180	6.11202E-09	3.39557E-06	0.004210506
Mioporo	4	14/02/2023	8	0.549	0.00180	1.95838E-09	1.08799E-06	0.001349108
Mioporo	4	15/02/2023	8	0.494	0.00180	1.76047E-09	9.78041E-07	0.001212771
Mioporo	4	16/02/2023	8	0.626	0.00180	2.22984E-09	1.2388E-06	0.001536115
Mioporo	4	14/02/2023	10	0.213	0.00180	7.60617E-10	4.22565E-07	0.000523981
Mioporo	4	15/02/2023	10	0.694	0.00180	2.47187E-09	1.37326E-06	0.001702841
Mioporo	4	16/02/2023	10	1.057	0.00180	3.76703E-09	2.09279E-06	0.002595065
Mioporo	4	14/02/2023	12	1.874	0.00180	6.67898E-09	3.71055E-06	0.004601077
Mioporo	4	15/02/2023	12	1.360	0.00180	4.84834E-09	2.69352E-06	0.003339967
Mioporo	4	16/02/2023	12	1.330	0.00180	4.73899E-09	2.63277E-06	0.003264635
Mioporo	4	14/02/2023	14	1.576	0.00180	5.616E-09	3.12E-06	0.003868799
Mioporo	4	15/02/2023	14	2.493	0.00180	8.88503E-09	4.93613E-06	0.006120796
Mioporo	4	16/02/2023	14	1.184	0.00180	4.22074E-09	2.34485E-06	0.002907619
Mioporo	4	14/02/2023	16	0.278	0.00180	9.89423E-10	5.4968E-07	0.000681603

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mioporo	4	15/02/2023	16	0.359	0.00180	1.27918E-09	7.10658E-07	0.000881216
Mioporo	4	16/02/2023	16	1.943	0.00180	6.926E-09	3.84778E-06	0.004771246
Mimosa	2	14/02/2023	8	0.412	0.00028	2.28654E-10	8.16621E-07	0.000157517
Mimosa	2	15/02/2023	8	0.634	0.00028	3.51231E-10	1.25439E-06	0.000241959
Mimosa	2	16/02/2023	8	0.758	0.00028	4.20486E-10	1.50174E-06	0.000289668
Mimosa	2	14/02/2023	10	0.181	0.00028	1.00588E-10	3.59243E-07	0.000069294
Mimosa	2	15/02/2023	10	0.253	0.00028	1.40076E-10	5.0027E-07	0.000096497
Mimosa	2	16/02/2023	10	0.210	0.00028	1.16378E-10	4.15637E-07	0.000080172
Mimosa	2	14/02/2023	12	0.309	0.00028	1.71347E-10	6.11953E-07	0.000118039
Mimosa	2	15/02/2023	12	0.684	0.00028	3.79089E-10	1.35389E-06	0.000261150
Mimosa	2	16/02/2023	12	0.223	0.00028	1.23803E-10	4.42152E-07	0.000085286
Mimosa	2	14/02/2023	14	1.590	0.00028	8.81565E-10	3.14845E-06	0.000607301
Mimosa	2	15/02/2023	14	0.273	0.00028	1.51246E-10	5.40164E-07	0.000104192
Mimosa	2	16/02/2023	14	0.326	0.00028	1.80891E-10	6.46038E-07	0.000124614
Mimosa	2	14/02/2023	16	0.100	0.00028	5.55265E-11	1.98309E-07	0.000038252
Mimosa	2	15/02/2023	16	0.225	0.00028	1.25001E-10	4.46431E-07	0.000086112

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mimosa	2	16/02/2023	16	0.483	0.00028	2.67891E-10	9.56753E-07	0.000184547
Mimosa	4	14/02/2023	8	0.313	0.00028	1.73332E-10	6.19042E-07	0.000119406
Mimosa	4	15/02/2023	8	0.899	0.00028	4.98149E-10	1.7791E-06	0.000343169
Mimosa	4	16/02/2023	8	0.955	0.00028	5.29692E-10	1.89176E-06	0.000364899
Mimosa	4	14/02/2023	10	0.257	0.00028	1.42386E-10	5.0852E-07	0.000098088
Mimosa	4	15/02/2023	10	0.418	0.00028	2.31723E-10	8.27583E-07	0.000159632
Mimosa	4	16/02/2023	10	4.004	0.00028	2.21996E-09	7.92843E-06	0.001529306
Mimosa	4	14/02/2023	12	0.000	0.00028	1.18272E-13	4.224E-10	0.000000081
Mimosa	4	15/02/2023	12	1.519	0.00028	8.42126E-10	3.00759E-06	0.000580132
Mimosa	4	16/02/2023	12	0.500	0.00028	2.77381E-10	9.90646E-07	0.000191085
Mimosa	4	14/02/2023	14	1.078	0.00028	5.97531E-10	2.13404E-06	0.000411632
Mimosa	4	15/02/2023	14	1.434	0.00028	7.94965E-10	2.83916E-06	0.000547642
Mimosa	4	16/02/2023	14	1.703	0.00028	9.44304E-10	3.37251E-06	0.000650521
Mimosa	4	14/02/2023	16	0.142	0.00028	7.89288E-11	2.81889E-07	0.000054373
Mimosa	4	15/02/2023	16	0.857	0.00028	4.7516E-10	1.697E-06	0.000327332
Mimosa	4	16/02/2023	16	1.201	0.00028	6.65722E-10	2.37758E-06	0.000458609

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mora	2	14/02/2023	8	0.466	0.00840	7.74642E-09	9.22193E-07	0.005336423
Mora	2	15/02/2023	8	0.216	0.00840	3.59119E-09	4.27523E-07	0.002473933
Mora	2	16/02/2023	8	0.095	0.00840	1.58453E-09	1.88634E-07	0.001091562
Mora	2	14/02/2023	10	0.174	0.00840	2.88716E-09	3.4371E-07	0.001988932
Mora	2	15/02/2023	10	0.371	0.00840	6.16603E-09	7.34051E-07	0.004247707
Mora	2	16/02/2023	10	0.836	0.00840	1.39004E-08	1.65481E-06	0.009575853
Mora	2	14/02/2023	12	0.642	0.00840	1.06771E-08	1.27108E-06	0.007355336
Mora	2	15/02/2023	12	0.515	0.00840	8.56059E-09	1.01912E-06	0.005897295
Mora	2	16/02/2023	12	0.565	0.00840	9.39564E-09	1.11853E-06	0.006472551
Mora	2	14/02/2023	14	1.691	0.00840	2.81271E-08	3.34847E-06	0.019376463
Mora	2	15/02/2023	14	0.154	0.00840	2.55432E-09	3.04086E-07	0.001759643
Mora	2	16/02/2023	14	0.351	0.00840	5.83013E-09	6.94063E-07	0.004016309
Mora	2	14/02/2023	16	0.102	0.00840	1.69378E-09	2.01641E-07	0.001166827
Mora	2	15/02/2023	16	0.077	0.00840	1.27555E-09	1.51851E-07	0.000878714
Mora	2	16/02/2023	16	0.710	0.00840	1.18133E-08	1.40634E-06	0.008138024
Mora	4	14/02/2023	8	0.748	0.00840	1.24358E-08	1.48045E-06	0.008566897

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mora	4	15/02/2023	8	0.157	0.00840	2.60462E-09	3.10074E-07	0.001794295
Mora	4	16/02/2023	8	0.441	0.00840	7.33568E-09	8.73296E-07	0.005053470
Mora	4	14/02/2023	10	0.105	0.00840	1.7393E-09	2.07059E-07	0.001198182
Mora	4	15/02/2023	10	1.183	0.00840	1.96675E-08	2.34137E-06	0.013548734
Mora	4	16/02/2023	10	1.482	0.00840	2.46544E-08	2.93505E-06	0.016984128
Mora	4	14/02/2023	12	0.440	0.00840	7.32362E-09	8.7186E-07	0.005045163
Mora	4	15/02/2023	12	0.210	0.00840	3.49228E-09	4.15748E-07	0.002405794
Mora	4	16/02/2023	12	0.274	0.00840	4.56375E-09	5.43304E-07	0.003143920
Mora	4	14/02/2023	14	0.436	0.00840	7.25661E-09	8.63883E-07	0.004999001
Mora	4	15/02/2023	14	0.481	0.00840	7.99576E-09	9.51876E-07	0.005508192
Mora	4	16/02/2023	14	0.448	0.00840	7.45455E-09	8.87446E-07	0.005135354
Mora	4	14/02/2023	16	0.314	0.00840	5.22679E-09	6.22237E-07	0.003600681
Mora	4	15/02/2023	16	0.255	0.00840	4.24404E-09	5.05243E-07	0.002923670
Mora	4	16/02/2023	16	1.215	0.00840	2.02004E-08	2.40481E-06	0.013915851
Fresno	2	14/02/2023	8	1.451	0.00064	1.83869E-09	2.87296E-06	0.001266656
Fresno	2	15/02/2023	8	0.433	0.00064	5.48912E-10	8.57675E-07	0.000378139

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Fresno	2	16/02/2023	8	1.719	0.00064	2.17837E-09	3.4037E-06	0.001500654
Fresno	2	14/02/2023	10	0.373	0.00064	4.7256E-10	7.38374E-07	0.000325541
Fresno	2	15/02/2023	10	0.426	0.00064	5.3961E-10	8.43141E-07	0.000371731
Fresno	2	16/02/2023	10	3.228	0.00064	4.0911E-09	6.39234E-06	0.002818312
Fresno	2	14/02/2023	12	1.875	0.00064	2.3766E-09	3.71344E-06	0.001637213
Fresno	2	15/02/2023	12	0.506	0.00064	6.40696E-10	1.00109E-06	0.000441368
Fresno	2	16/02/2023	12	0.400	0.00064	5.06826E-10	7.91916E-07	0.000349147
Fresno	2	14/02/2023	14	3.591	0.00064	4.55073E-09	7.11051E-06	0.003134945
Fresno	2	15/02/2023	14	0.721	0.00064	9.13906E-10	1.42798E-06	0.000629580
Fresno	2	16/02/2023	14	1.444	0.00064	1.82929E-09	2.85827E-06	0.001260180
Fresno	2	14/02/2023	16	0.363	0.00064	4.59958E-10	7.18685E-07	0.000316860
Fresno	2	15/02/2023	16	0.075	0.00064	9.48098E-11	1.4814E-07	0.000065313
Fresno	2	16/02/2023	16	3.449	0.00064	4.37102E-09	6.82973E-06	0.003011150
Fresno	4	14/02/2023	8	2.634	0.00064	3.33835E-09	5.21617E-06	0.002299751
Fresno	4	15/02/2023	8	0.371	0.00064	4.70166E-10	7.34634E-07	0.000323892
Fresno	4	16/02/2023	8	0.654	0.00064	8.29222E-10	1.29566E-06	0.000571242

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Fresno	4	14/02/2023	10	1.766	0.00064	2.23847E-09	3.49761E-06	0.001542058
Fresno	4	15/02/2023	10	0.931	0.00064	1.17915E-09	1.84242E-06	0.000812301
Fresno	4	16/02/2023	10	0.217	0.00064	2.74883E-10	4.29505E-07	0.000189364
Fresno	4	14/02/2023	12	1.141	0.00064	1.44602E-09	2.25941E-06	0.000996148
Fresno	4	15/02/2023	12	0.728	0.00064	9.22461E-10	1.44135E-06	0.000635473
Fresno	4	16/02/2023	12	0.300	0.00064	3.80564E-10	5.94631E-07	0.000262166
Fresno	4	14/02/2023	14	1.224	0.00064	1.5514E-09	2.42406E-06	0.001068743
Fresno	4	15/02/2023	14	1.140	0.00064	1.44429E-09	2.2567E-06	0.000994954
Fresno	4	16/02/2023	14	1.707	0.00064	2.16271E-09	3.37924E-06	0.001489868
Fresno	4	14/02/2023	16	0.417	0.00064	5.27937E-10	8.24902E-07	0.000363690
Fresno	4	15/02/2023	16	0.215	0.00064	2.72938E-10	4.26466E-07	0.000188024
Fresno	4	16/02/2023	16	0.968	0.00064	1.22652E-09	1.91643E-06	0.000844933
ESPECIE	EDAD	FECHA	HORA	ASIMILACION	AREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por M ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
					Fuente: Huaco (2019) y Morales (2021)			
Cahuato	2	14/02/2023	8	0.056	0.00025	2.76352E-11	1.10541E-07	0.000019038
Cahuato	2	15/02/2023	8	0.083	0.00025	4.12889E-11	1.65156E-07	0.000028443
Cahuato	2	16/02/2023	8	0.099	0.00025	4.92017E-11	1.96807E-07	0.000033894
Cahuato	2	14/02/2023	10	0.268	0.00025	1.32833E-10	5.31331E-07	0.000091507
Cahuato	2	15/02/2023	10	0.709	0.00025	3.51018E-10	1.40407E-06	0.000241812
Cahuato	2	16/02/2023	10	0.470	0.00025	2.32702E-10	9.30809E-07	0.000160306
Cahuato	2	14/02/2023	12	0.112	0.00025	5.54237E-11	2.21695E-07	0.000038181
Cahuato	2	15/02/2023	12	0.869	0.00025	4.30256E-10	1.72102E-06	0.000296399
Cahuato	2	16/02/2023	12	0.076	0.00025	3.77522E-11	1.51009E-07	0.000026007
Cahuato	2	14/02/2023	14	0.041	0.00025	2.03876E-11	8.15503E-08	0.000014045
Cahuato	2	15/02/2023	14	2.438	0.00025	1.20677E-09	4.8271E-06	0.000831333

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Cahuato	2	16/02/2023	14	0.406	0.00025	2.01174E-10	8.04695E-07	0.000138586
Cahuato	2	14/02/2023	16	0.362	0.00025	1.79182E-10	7.16726E-07	0.000123436
Cahuato	2	15/02/2023	16	0.249	0.00025	1.23278E-10	4.9311E-07	0.000084925
Cahuato	2	16/02/2023	16	0.128	0.00025	6.33452E-11	2.53381E-07	0.000043638
Cahuato	4	14/02/2023	8	0.822	0.00025	4.06766E-10	1.62706E-06	0.000280217
Cahuato	4	15/02/2023	8	0.428	0.00025	2.12059E-10	8.48237E-07	0.000146085
Cahuato	4	16/02/2023	8	0.095	0.00025	4.72286E-11	1.88914E-07	0.000032535
Cahuato	4	14/02/2023	10	1.890	0.00025	9.35597E-10	3.74239E-06	0.000644522
Cahuato	4	15/02/2023	10	0.029	0.00025	1.41179E-11	5.64716E-08	0.000009726
Cahuato	4	16/02/2023	10	0.052	0.00025	2.56521E-11	1.02608E-07	0.000017671
Cahuato	4	14/02/2023	12	0.084	0.00025	4.16209E-11	1.66484E-07	0.000028672
Cahuato	4	15/02/2023	12	1.774	0.00025	8.78307E-10	3.51323E-06	0.000605056
Cahuato	4	16/02/2023	12	0.225	0.00025	1.11411E-10	4.45646E-07	0.000076750
Cahuato	4	14/02/2023	14	0.640	0.00025	3.16747E-10	1.26699E-06	0.000218204
Cahuato	4	15/02/2023	14	4.389	0.00025	2.17275E-09	8.69098E-06	0.001496780

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Cahuato	4	16/02/2023	14	0.560	0.00025	2.77198E-10	1.10879E-06	0.000190958
Cahuato	4	14/02/2023	16	0.351	0.00025	1.73638E-10	6.9455E-07	0.000119617
Cahuato	4	15/02/2023	16	0.155	0.00025	7.68115E-11	3.07246E-07	0.000052915
Cahuato	4	16/02/2023	16	0.268	0.00025	1.32579E-10	5.30318E-07	0.000091333
Queñua	2	14/02/2023	8	0.133	0.00012	3.16595E-11	2.63829E-07	0.000021810
Queñua	2	15/02/2023	8	0.132	0.00012	3.14573E-11	2.62144E-07	0.000021671
Queñua	2	16/02/2023	8	0.108	0.00012	2.55803E-11	2.13169E-07	0.000017622
Queñua	2	14/02/2023	10	0.220	0.00012	5.23364E-11	4.36137E-07	0.000036054
Queñua	2	15/02/2023	10	0.553	0.00012	1.31445E-10	1.09538E-06	0.000090551
Queñua	2	16/02/2023	10	0.380	0.00012	9.02764E-11	7.52303E-07	0.000062190
Queñua	2	14/02/2023	12	0.323	0.00012	7.67029E-11	6.39191E-07	0.000052840
Queñua	2	15/02/2023	12	0.888	0.00012	2.10892E-10	1.75743E-06	0.000145281
Queñua	2	16/02/2023	12	0.315	0.00012	7.48291E-11	6.23576E-07	0.000051549
Queñua	2	14/02/2023	14	0.086	0.00012	2.04277E-11	1.70231E-07	0.000014072
Queñua	2	15/02/2023	14	0.766	0.00012	1.81983E-10	1.51652E-06	0.000125366

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Queñua	2	16/02/2023	14	0.065	0.00012	1.55472E-11	1.2956E-07	0.000010710
Queñua	2	14/02/2023	16	0.844	0.00012	2.00467E-10	1.67055E-06	0.000138099
Queñua	2	15/02/2023	16	0.686	0.00012	1.63039E-10	1.35866E-06	0.000112316
Queñua	2	16/02/2023	16	0.456	0.00012	1.0838E-10	9.03164E-07	0.000074662
Queñua	4	14/02/2023	8	0.209	0.00012	4.96529E-11	4.13774E-07	0.000034205
Queñua	4	15/02/2023	8	0.062	0.00012	1.47965E-11	1.23305E-07	0.000010193
Queñua	4	16/02/2023	8	0.668	0.00012	1.58759E-10	1.323E-06	0.000109368
Queñua	4	14/02/2023	10	0.178	0.00012	4.22135E-11	3.51779E-07	0.000029080
Queñua	4	15/02/2023	10	0.067	0.00012	1.58488E-11	1.32073E-07	0.000010918
Queñua	4	16/02/2023	10	0.452	0.00012	1.07278E-10	8.93985E-07	0.000073903
Queñua	4	14/02/2023	12	0.240	0.00012	5.71417E-11	4.76181E-07	0.000039364
Queñua	4	15/02/2023	12	0.226	0.00012	5.37459E-11	4.47883E-07	0.000037025
Queñua	4	16/02/2023	12	0.755	0.00012	1.79398E-10	1.49499E-06	0.000123585
Queñua	4	14/02/2023	14	0.152	0.00012	3.61546E-11	3.01288E-07	0.000024906
Queñua	4	15/02/2023	14	0.136	0.00012	3.23788E-11	2.69823E-07	0.000022305

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Queñua	4	16/02/2023	14	0.091	0.00012	2.15388E-11	1.7949E-07	0.000014838
Queñua	4	14/02/2023	16	0.138	0.00012	3.2872E-11	2.73934E-07	0.000022645
Queñua	4	15/02/2023	16	0.025	0.00012	5.99631E-12	4.99693E-08	0.000004131
Queñua	4	16/02/2023	16	0.087	0.00012	2.0721E-11	1.72675E-07	0.000014274
Molle Serrano	2	14/02/2023	8	0.180	0.02000	7.12623E-09	3.56312E-07	0.004909181
Molle Serrano	2	15/02/2023	8	0.399	0.02000	1.57964E-08	7.89818E-07	0.010881937
Molle Serrano	2	16/02/2023	8	0.514	0.02000	2.03393E-08	1.01697E-06	0.014011545
Molle Serrano	2	14/02/2023	10	0.416	0.02000	1.64819E-08	8.24093E-07	0.011354172
Molle Serrano	2	15/02/2023	10	0.549	0.02000	2.17538E-08	1.08769E-06	0.014985932
Molle Serrano	2	16/02/2023	10	0.169	0.02000	6.6865E-09	3.34325E-07	0.004606255

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Molle Serrano	2	14/02/2023	12	0.033	0.02000	1.29293E-09	6.46463E-08	0.000890683
Molle Serrano	2	15/02/2023	12	0.645	0.02000	2.55589E-08	1.27794E-06	0.017607230
Molle Serrano	2	16/02/2023	12	0.226	0.02000	8.9559E-09	4.47795E-07	0.006169618
Molle Serrano	2	14/02/2023	14	0.051	0.02000	2.00328E-09	1.00164E-07	0.001380041
Molle Serrano	2	15/02/2023	14	0.340	0.02000	1.34709E-08	6.73547E-07	0.009279974
Molle Serrano	2	16/02/2023	14	0.196	0.02000	7.77823E-09	3.88912E-07	0.005358338
Molle Serrano	2	14/02/2023	16	0.400	0.02000	1.5821E-08	7.91052E-07	0.010898933
Molle Serrano	2	15/02/2023	16	0.098	0.02000	3.88348E-09	1.94174E-07	0.002675286

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Molle Serrano	2	16/02/2023	16	0.322	0.02000	1.27614E-08	6.38068E-07	0.008791153
Molle Serrano	4	14/02/2023	8	0.495	0.02000	1.96092E-08	9.80459E-07	0.013508547
Molle Serrano	4	15/02/2023	8	0.079	0.02000	3.14722E-09	1.57361E-07	0.002168087
Molle Serrano	4	16/02/2023	8	0.072	0.02000	2.86759E-09	1.4338E-07	0.001975454
Molle Serrano	4	14/02/2023	10	0.740	0.02000	2.92872E-08	1.46436E-06	0.020175642
Molle Serrano	4	15/02/2023	10	0.461	0.02000	1.82688E-08	9.13441E-07	0.012585182
Molle Serrano	4	16/02/2023	10	0.335	0.02000	1.32779E-08	6.63894E-07	0.009146984
Molle Serrano	4	14/02/2023	12	0.095	0.02000	3.76168E-09	1.88084E-07	0.002591382

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Molle Serrano	4	15/02/2023	12	0.634	0.02000	2.51028E-08	1.25514E-06	0.017293056
Molle Serrano	4	16/02/2023	12	0.102	0.02000	4.04641E-09	2.0232E-07	0.002787525
Molle Serrano	4	14/02/2023	14	0.098	0.02000	3.8902E-09	1.9451E-07	0.002679914
Molle Serrano	4	15/02/2023	14	0.596	0.02000	2.36019E-08	1.1801E-06	0.016259107
Molle Serrano	4	16/02/2023	14	0.018	0.02000	7.03296E-10	3.51648E-08	0.000484493
Molle Serrano	4	14/02/2023	16	0.277	0.02000	1.09617E-08	5.48086E-07	0.007551404
Molle Serrano	4	15/02/2023	16	0.275	0.02000	1.08902E-08	5.44512E-07	0.007502164
Molle Serrano	4	16/02/2023	16	0.305	0.02000	1.20718E-08	6.03588E-07	0.008316099

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Qolle	2	14/02/2023	8	0.280	0.00032	1.77686E-10	5.55268E-07	0.000122406
Qolle	2	15/02/2023	8	0.293	0.00032	1.85723E-10	5.80383E-07	0.000127942
Qolle	2	16/02/2023	8	0.347	0.00032	2.19722E-10	6.86632E-07	0.000151364
Qolle	2	14/02/2023	10	0.424	0.00032	2.68749E-10	8.39842E-07	0.000185139
Qolle	2	15/02/2023	10	1.037	0.00032	6.5728E-10	2.054E-06	0.000452793
Qolle	2	16/02/2023	10	0.233	0.00032	1.47613E-10	4.61292E-07	0.000101689
Qolle	2	14/02/2023	12	0.077	0.00032	4.89549E-11	1.52984E-07	0.000033724
Qolle	2	15/02/2023	12	2.114	0.00032	1.3394E-09	4.18562E-06	0.000922696
Qolle	2	16/02/2023	12	0.549	0.00032	3.47639E-10	1.08637E-06	0.000239485
Qolle	2	14/02/2023	14	0.161	0.00032	1.01773E-10	3.18039E-07	0.000070110
Qolle	2	15/02/2023	14	0.651	0.00032	4.1227E-10	1.28834E-06	0.000284008
Qolle	2	16/02/2023	14	0.514	0.00032	3.2537E-10	1.01678E-06	0.000224144
Qolle	2	14/02/2023	16	1.190	0.00032	7.54011E-10	2.35628E-06	0.000519430
Qolle	2	15/02/2023	16	0.805	0.00032	5.10183E-10	1.59432E-06	0.000351460
Qolle	2	16/02/2023	16	0.364	0.00032	2.30904E-10	7.21575E-07	0.000159067

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Qolle	4	14/02/2023	8	0.145	0.00032	9.20032E-11	2.8751E-07	0.000063380
Qolle	4	15/02/2023	8	0.263	0.00032	1.66786E-10	5.21206E-07	0.000114897
Qolle	4	16/02/2023	8	0.398	0.00032	2.52313E-10	7.88477E-07	0.000173815
Qolle	4	14/02/2023	10	0.829	0.00032	5.25316E-10	1.64161E-06	0.000361884
Qolle	4	15/02/2023	10	0.803	0.00032	5.08737E-10	1.5898E-06	0.000350463
Qolle	4	16/02/2023	10	1.172	0.00032	7.42765E-10	2.32114E-06	0.000511683
Qolle	4	14/02/2023	12	0.391	0.00032	2.47477E-10	7.73367E-07	0.000170484
Qolle	4	15/02/2023	12	4.666	0.00032	2.95657E-09	9.23929E-06	0.002036750
Qolle	4	16/02/2023	12	1.622	0.00032	1.02775E-09	3.21172E-06	0.000708007
Qolle	4	14/02/2023	14	0.292	0.00032	1.84719E-10	5.77247E-07	0.000127251
Qolle	4	15/02/2023	14	0.989	0.00032	6.26372E-10	1.95741E-06	0.000431501
Qolle	4	16/02/2023	14	1.039	0.00032	6.58476E-10	2.05774E-06	0.000453617
Qolle	4	14/02/2023	16	0.073	0.00032	4.60002E-11	1.43751E-07	0.000031689
Qolle	4	15/02/2023	16	0.198	0.00032	1.2514E-10	3.91063E-07	0.000086208
Qolle	4	16/02/2023	16	0.177	0.00032	1.12419E-10	3.5131E-07	0.000077444

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Yara	2	14/02/2023	8	0.058	0.01500	1.73005E-09	1.15337E-07	0.001191815
Yara	2	15/02/2023	8	0.115	0.01500	3.41719E-09	2.27813E-07	0.002354066
Yara	2	16/02/2023	8	0.214	0.01500	6.36533E-09	4.24356E-07	0.004385008
Yara	2	14/02/2023	10	1.148	0.01500	3.40866E-08	2.27244E-06	0.023481881
Yara	2	15/02/2023	10	0.539	0.01500	1.60013E-08	1.06676E-06	0.011023146
Yara	2	16/02/2023	10	0.538	0.01500	1.59894E-08	1.06596E-06	0.011014927
Yara	2	14/02/2023	12	0.089	0.01500	2.633E-09	1.75534E-07	0.001813847
Yara	2	15/02/2023	12	0.847	0.01500	2.5163E-08	1.67753E-06	0.017334503
Yara	2	16/02/2023	12	0.272	0.01500	8.09247E-09	5.39498E-07	0.005574811
Yara	2	14/02/2023	14	0.365	0.01500	1.0827E-08	7.218E-07	0.007458604
Yara	2	15/02/2023	14	4.032	0.01500	1.19757E-07	7.98381E-06	0.082499378
Yara	2	16/02/2023	14	0.254	0.01500	7.54397E-09	5.02931E-07	0.005196956
Yara	2	14/02/2023	16	0.124	0.01500	3.68745E-09	2.4583E-07	0.002540245
Yara	2	15/02/2023	16	0.025	0.01500	7.40946E-10	4.93964E-08	0.000510429
Yara	2	16/02/2023	16	0.034	0.01500	1.00405E-09	6.69365E-08	0.000691678

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Yara	4	14/02/2023	8	0.137	0.01500	4.08212E-09	2.72141E-07	0.002812125
Yara	4	15/02/2023	8	0.057	0.01500	1.68766E-09	1.12511E-07	0.001162612
Yara	4	16/02/2023	8	0.231	0.01500	6.8671E-09	4.57806E-07	0.004730666
Yara	4	14/02/2023	10	0.615	0.01500	1.8269E-08	1.21793E-06	0.012585280
Yara	4	15/02/2023	10	2.443	0.01500	7.25424E-08	4.83616E-06	0.049973670
Yara	4	16/02/2023	10	0.465	0.01500	1.38115E-08	9.2077E-07	0.009514623
Yara	4	14/02/2023	12	0.037	0.01500	1.08733E-09	7.24885E-08	0.000749047
Yara	4	15/02/2023	12	2.854	0.01500	8.47769E-08	5.65179E-06	0.058401842
Yara	4	16/02/2023	12	0.139	0.01500	4.12857E-09	2.75238E-07	0.002844124
Yara	4	14/02/2023	14	0.438	0.01500	1.29985E-08	8.66567E-07	0.008954524
Yara	4	15/02/2023	14	0.187	0.01500	5.56183E-09	3.70789E-07	0.003831483
Yara	4	16/02/2023	14	0.540	0.01500	1.60442E-08	1.06962E-06	0.011052697
Yara	4	14/02/2023	16	0.131	0.01500	3.8803E-09	2.58686E-07	0.002673092
Yara	4	15/02/2023	16	0.155	0.01500	4.60377E-09	3.06918E-07	0.003171484
Yara	4	16/02/2023	16	0.110	0.01500	3.25535E-09	2.17023E-07	0.002242573

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Alamo	2	14/02/2023	8	0.224	0.00280	1.24443E-09	4.44441E-07	0.000857277
Alamo	2	15/02/2023	8	0.204	0.00280	1.1299E-09	4.03537E-07	0.000778377
Alamo	2	16/02/2023	8	0.245	0.00280	1.35896E-09	4.85344E-07	0.000936175
Alamo	2	14/02/2023	10	2.293	0.00280	1.27125E-08	4.54016E-06	0.008757470
Alamo	2	15/02/2023	10	1.059	0.00280	5.86943E-09	2.09623E-06	0.004043386
Alamo	2	16/02/2023	10	0.418	0.00280	2.31546E-09	8.26949E-07	0.001595093
Alamo	2	14/02/2023	12	0.180	0.00280	9.97471E-10	3.5624E-07	0.000687147
Alamo	2	15/02/2023	12	1.286	0.00280	7.12789E-09	2.54567E-06	0.004910324
Alamo	2	16/02/2023	12	0.366	0.00280	2.03111E-09	7.25398E-07	0.001399212
Alamo	2	14/02/2023	14	0.956	0.00280	5.29785E-09	1.89209E-06	0.003649633
Alamo	2	15/02/2023	14	0.560	0.00280	3.10332E-09	1.10833E-06	0.002137844
Alamo	2	16/02/2023	14	0.616	0.00280	3.41625E-09	1.22009E-06	0.002353417
Alamo	2	14/02/2023	16	0.165	0.00280	9.15763E-10	3.27058E-07	0.000630859
Alamo	2	15/02/2023	16	0.450	0.00280	2.49359E-09	8.90569E-07	0.001717809
Alamo	2	16/02/2023	16	0.250	0.00280	1.38692E-09	4.95327E-07	0.000955431

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Alamo	4	14/02/2023	8	0.437	0.00280	2.4215E-09	8.64822E-07	0.001668146
Alamo	4	15/02/2023	8	0.534	0.00280	2.96068E-09	1.05739E-06	0.002039581
Alamo	4	16/02/2023	8	0.340	0.00280	1.88232E-09	6.72258E-07	0.001296710
Alamo	4	14/02/2023	10	0.291	0.00280	1.61147E-09	5.75523E-07	0.001110120
Alamo	4	15/02/2023	10	1.227	0.00280	6.79995E-09	2.42856E-06	0.004684413
Alamo	4	16/02/2023	10	2.555	0.00280	1.41674E-08	5.0598E-06	0.009759798
Alamo	4	14/02/2023	12	0.074	0.00280	4.121E-10	1.47179E-07	0.000283891
Alamo	4	15/02/2023	12	0.844	0.00280	4.68188E-09	1.6721E-06	0.003225294
Alamo	4	16/02/2023	12	0.913	0.00280	5.0632E-09	1.80829E-06	0.003487985
Alamo	4	14/02/2023	14	0.725	0.00280	4.01705E-09	1.43466E-06	0.002767299
Alamo	4	15/02/2023	14	1.231	0.00280	6.82655E-09	2.43805E-06	0.004702735
Alamo	4	16/02/2023	14	1.132	0.00280	6.27424E-09	2.2408E-06	0.004322256
Alamo	4	14/02/2023	16	0.198	0.00280	1.09736E-09	3.91913E-07	0.000755957
Alamo	4	15/02/2023	16	0.317	0.00280	1.75775E-09	6.27768E-07	0.001210895
Alamo	4	16/02/2023	16	0.235	0.00280	1.30549E-09	4.66248E-07	0.000899340

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mioporo	2	14/02/2023	8	0.206	0.00180	7.33275E-10	4.07375E-07	0.000505145
Mioporo	2	15/02/2023	8	0.153	0.00180	5.43794E-10	3.02108E-07	0.000374614
Mioporo	2	16/02/2023	8	0.130	0.00180	4.63025E-10	2.57236E-07	0.000318973
Mioporo	2	14/02/2023	10	0.303	0.00180	1.08156E-09	6.00868E-07	0.000745076
Mioporo	2	15/02/2023	10	0.418	0.00180	1.48868E-09	8.27047E-07	0.001025538
Mioporo	2	16/02/2023	10	0.102	0.00180	3.64008E-10	2.02227E-07	0.000250761
Mioporo	2	14/02/2023	12	0.089	0.00180	3.1702E-10	1.76122E-07	0.000218392
Mioporo	2	15/02/2023	12	1.640	0.00180	5.84539E-09	3.24744E-06	0.004026823
Mioporo	2	16/02/2023	12	0.371	0.00180	1.32329E-09	7.3516E-07	0.000911599
Mioporo	2	14/02/2023	14	0.113	0.00180	4.0409E-10	2.24494E-07	0.000278373
Mioporo	2	15/02/2023	14	0.237	0.00180	8.45005E-10	4.69447E-07	0.000582115
Mioporo	2	16/02/2023	14	0.223	0.00180	7.93735E-10	4.40964E-07	0.000546795
Mioporo	2	14/02/2023	16	0.164	0.00180	5.83561E-10	3.24201E-07	0.000402009
Mioporo	2	15/02/2023	16	0.350	0.00180	1.247E-09	6.92779E-07	0.000859046
Mioporo	2	16/02/2023	16	0.223	0.00180	7.93735E-10	4.40964E-07	0.000546795

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mioporo	4	14/02/2023	8	0.312	0.00180	1.11277E-09	6.18204E-07	0.000766573
Mioporo	4	15/02/2023	8	0.447	0.00180	1.59189E-09	8.84383E-07	0.001096635
Mioporo	4	16/02/2023	8	0.425	0.00180	1.51431E-09	8.41282E-07	0.001043190
Mioporo	4	14/02/2023	10	0.134	0.00180	4.78766E-10	2.65981E-07	0.000329817
Mioporo	4	15/02/2023	10	0.934	0.00180	3.33013E-09	1.85007E-06	0.002294091
Mioporo	4	16/02/2023	10	0.543	0.00180	1.93481E-09	1.07489E-06	0.001332866
Mioporo	4	14/02/2023	12	0.032	0.00180	1.13882E-10	6.32676E-08	0.000078452
Mioporo	4	15/02/2023	12	2.916	0.00180	1.03931E-08	5.77396E-06	0.007159715
Mioporo	4	16/02/2023	12	0.288	0.00180	1.02746E-09	5.70813E-07	0.000707808
Mioporo	4	14/02/2023	14	0.518	0.00180	1.84538E-09	1.02521E-06	0.001271259
Mioporo	4	15/02/2023	14	0.663	0.00180	2.36355E-09	1.31308E-06	0.001628225
Mioporo	4	16/02/2023	14	0.416	0.00180	1.48333E-09	8.24071E-07	0.001021848
Mioporo	4	14/02/2023	16	0.091	0.00180	3.24645E-10	1.80358E-07	0.000223644
Mioporo	4	15/02/2023	16	0.140	0.00180	4.99149E-10	2.77305E-07	0.000343858
Mioporo	4	16/02/2023	16	0.088	0.00180	3.15074E-10	1.75041E-07	0.000217051

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mimosa	2	14/02/2023	8	0.089	0.00028	4.90768E-11	1.75274E-07	0.000033808
Mimosa	2	15/02/2023	8	0.116	0.00028	6.43989E-11	2.29996E-07	0.000044364
Mimosa	2	16/02/2023	8	0.046	0.00028	2.52551E-11	9.01969E-08	0.000017398
Mimosa	2	14/02/2023	10	0.733	0.00028	4.0661E-10	1.45218E-06	0.000280109
Mimosa	2	15/02/2023	10	0.401	0.00028	2.22582E-10	7.94937E-07	0.000153335
Mimosa	2	16/02/2023	10	0.432	0.00028	2.39345E-10	8.54804E-07	0.000164882
Mimosa	2	14/02/2023	12	0.120	0.00028	6.63859E-11	2.37092E-07	0.000045733
Mimosa	2	15/02/2023	12	0.366	0.00028	2.02875E-10	7.24553E-07	0.000139758
Mimosa	2	16/02/2023	12	0.286	0.00028	1.58529E-10	5.66174E-07	0.000109209
Mimosa	2	14/02/2023	14	0.334	0.00028	1.8512E-10	6.61144E-07	0.000127527
Mimosa	2	15/02/2023	14	0.513	0.00028	2.8437E-10	1.01561E-06	0.000195899
Mimosa	2	16/02/2023	14	0.513	0.00028	2.8437E-10	1.01561E-06	0.000195899
Mimosa	2	14/02/2023	16	0.326	0.00028	1.81002E-10	6.46434E-07	0.000124690
Mimosa	2	15/02/2023	16	0.138	0.00028	7.676E-11	2.74143E-07	0.000052879
Mimosa	2	16/02/2023	16	0.187	0.00028	1.03589E-10	3.69959E-07	0.000071361

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mimosa	4	14/02/2023	8	0.107	0.00028	5.95293E-11	2.12604E-07	0.000041009
Mimosa	4	15/02/2023	8	0.094	0.00028	5.19E-11	1.85357E-07	0.000035753
Mimosa	4	16/02/2023	8	0.093	0.00028	5.13378E-11	1.83349E-07	0.000035366
Mimosa	4	14/02/2023	10	0.375	0.00028	2.0811E-10	7.43251E-07	0.000143365
Mimosa	4	15/02/2023	10	0.273	0.00028	1.51442E-10	5.40865E-07	0.000104327
Mimosa	4	16/02/2023	10	0.495	0.00028	2.74602E-10	9.8072E-07	0.000189170
Mimosa	4	14/02/2023	12	0.032	0.00028	1.78484E-11	6.37441E-08	0.000012296
Mimosa	4	15/02/2023	12	0.513	0.00028	2.84535E-10	1.0162E-06	0.000196013
Mimosa	4	16/02/2023	12	0.039	0.00028	2.16998E-11	7.74992E-08	0.000014949
Mimosa	4	14/02/2023	14	0.092	0.00028	5.10619E-11	1.82364E-07	0.000035176
Mimosa	4	15/02/2023	14	0.423	0.00028	2.34422E-10	8.37223E-07	0.000161491
Mimosa	4	16/02/2023	14	0.232	0.00028	1.28574E-10	4.59194E-07	0.000088573
Mimosa	4	14/02/2023	16	0.595	0.00028	3.29731E-10	1.17761E-06	0.000227148
Mimosa	4	15/02/2023	16	0.194	0.00028	1.07504E-10	3.83941E-07	0.000074058
Mimosa	4	16/02/2023	16	0.577	0.00028	3.19706E-10	1.14181E-06	0.000220242

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mora	2	14/02/2023	8	0.900	0.00840	1.49757E-08	1.78282E-06	0.010316610
Mora	2	15/02/2023	8	0.395	0.00840	6.5779E-09	7.83083E-07	0.004531443
Mora	2	16/02/2023	8	0.963	0.00840	1.60152E-08	1.90657E-06	0.011032672
Mora	2	14/02/2023	10	0.479	0.00840	7.97124E-09	9.48957E-07	0.005491299
Mora	2	15/02/2023	10	0.634	0.00840	1.05397E-08	1.25473E-06	0.007260704
Mora	2	16/02/2023	10	0.597	0.00840	9.93703E-09	1.18298E-06	0.006845511
Mora	2	14/02/2023	12	0.119	0.00840	1.98074E-09	2.35803E-07	0.001364512
Mora	2	15/02/2023	12	1.423	0.00840	2.36634E-08	2.81707E-06	0.016301430
Mora	2	16/02/2023	12	0.328	0.00840	5.4568E-09	6.49619E-07	0.003759128
Mora	2	14/02/2023	14	0.239	0.00840	3.97678E-09	4.73427E-07	0.002739562
Mora	2	15/02/2023	14	0.812	0.00840	1.35131E-08	1.60871E-06	0.009309052
Mora	2	16/02/2023	14	0.091	0.00840	1.50687E-09	1.79389E-07	0.001038066
Mora	2	14/02/2023	16	0.398	0.00840	6.62267E-09	7.88413E-07	0.004562283
Mora	2	15/02/2023	16	0.374	0.00840	6.22061E-09	7.40549E-07	0.004285310
Mora	2	16/02/2023	16	0.536	0.00840	8.91644E-09	1.06148E-06	0.006142435

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Mora	4	14/02/2023	8	0.147	0.00840	2.45066E-09	2.91746E-07	0.001688235
Mora	4	15/02/2023	8	0.193	0.00840	3.20197E-09	3.81187E-07	0.002205802
Mora	4	16/02/2023	8	0.115	0.00840	1.91076E-09	2.27471E-07	0.001316299
Mora	4	14/02/2023	10	0.505	0.00840	8.39553E-09	9.99468E-07	0.005783586
Mora	4	15/02/2023	10	0.102	0.00840	1.69558E-09	2.01855E-07	0.001168068
Mora	4	16/02/2023	10	0.419	0.00840	6.96537E-09	8.29211E-07	0.004798366
Mora	4	14/02/2023	12	0.053	0.00840	8.85149E-10	1.05375E-07	0.000609770
Mora	4	15/02/2023	12	0.305	0.00840	5.07326E-09	6.03959E-07	0.003494912
Mora	4	16/02/2023	12	0.065	0.00840	1.07386E-09	1.27841E-07	0.000739771
Mora	4	14/02/2023	14	0.094	0.00840	1.56344E-09	1.86123E-07	0.001077033
Mora	4	15/02/2023	14	0.076	0.00840	1.27065E-09	1.51267E-07	0.000875334
Mora	4	16/02/2023	14	0.070	0.00840	1.17246E-09	1.39579E-07	0.000807696
Mora	4	14/02/2023	16	0.432	0.00840	7.19245E-09	8.56244E-07	0.004954801
Mora	4	15/02/2023	16	0.417	0.00840	6.93792E-09	8.25943E-07	0.004779458
Mora	4	16/02/2023	16	0.565	0.00840	9.39658E-09	1.11864E-06	0.006473196

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Fresno	2	14/02/2023	8	0.324	0.00064	4.10822E-10	6.41909E-07	0.000283010
Fresno	2	15/02/2023	8	0.330	0.00064	4.18523E-10	6.53943E-07	0.000288316
Fresno	2	16/02/2023	8	0.299	0.00064	3.78762E-10	5.91815E-07	0.000260925
Fresno	2	14/02/2023	10	0.089	0.00064	1.12831E-10	1.76299E-07	0.000077728
Fresno	2	15/02/2023	10	0.737	0.00064	9.33309E-10	1.4583E-06	0.000642946
Fresno	2	16/02/2023	10	0.575	0.00064	7.29108E-10	1.13923E-06	0.000502274
Fresno	2	14/02/2023	12	0.075	0.00064	9.51739E-11	1.48709E-07	0.000065564
Fresno	2	15/02/2023	12	0.386	0.00064	4.89392E-10	7.64675E-07	0.000337137
Fresno	2	16/02/2023	12	0.500	0.00064	6.33769E-10	9.90264E-07	0.000436596
Fresno	2	14/02/2023	14	0.429	0.00064	5.43116E-10	8.48618E-07	0.000374146
Fresno	2	15/02/2023	14	0.216	0.00064	2.74049E-10	4.28202E-07	0.000188790
Fresno	2	16/02/2023	14	0.447	0.00064	5.66196E-10	8.84681E-07	0.000390046
Fresno	2	14/02/2023	16	0.205	0.00064	2.5929E-10	4.05141E-07	0.000178622
Fresno	2	15/02/2023	16	0.059	0.00064	7.51027E-11	1.17348E-07	0.000051737
Fresno	2	16/02/2023	16	0.113	0.00064	1.43037E-10	2.23496E-07	0.000098537

ESPECIE	EDAD (Años)	FECHA	HORA	ASIMILACIÓN umol/m ² .s	ÁREA FOLIAR TEÓRICA (m ²)	Cantidad de CO ₂ Kg por planta	Cantidad de CO ₂ Kg por m ²	Cantidad de CO ₂ Kg por año (Época Húmeda)
Fresno	4	14/02/2023	8	0.221	0.00064	2.7974E-10	4.37094E-07	0.000192710
Fresno	4	15/02/2023	8	0.275	0.00064	3.48664E-10	5.44788E-07	0.000240191
Fresno	4	16/02/2023	8	0.390	0.00064	4.94364E-10	7.72444E-07	0.000340562
Fresno	4	14/02/2023	10	0.373	0.00064	4.72748E-10	7.38669E-07	0.000325671
Fresno	4	15/02/2023	10	1.056	0.00064	1.33776E-09	2.09025E-06	0.000921569
Fresno	4	16/02/2023	10	0.679	0.00064	8.61049E-10	1.34539E-06	0.000593167
Fresno	4	14/02/2023	12	0.160	0.00064	2.02604E-10	3.16569E-07	0.000139572
Fresno	4	15/02/2023	12	1.435	0.00064	1.81863E-09	2.84161E-06	0.001252835
Fresno	4	16/02/2023	12	1.396	0.00064	1.76868E-09	2.76357E-06	0.001218425
Fresno	4	14/02/2023	14	0.339	0.00064	4.29653E-10	6.71332E-07	0.000295983
Fresno	4	15/02/2023	14	0.979	0.00064	1.2406E-09	1.93845E-06	0.000854639
Fresno	4	16/02/2023	14	0.461	0.00064	5.83785E-10	9.12164E-07	0.000402163
Fresno	4	14/02/2023	16	0.030	0.00064	3.75868E-11	5.87294E-08	0.000025893
Fresno	4	15/02/2023	16	0.038	0.00064	4.76117E-11	7.43932E-08	0.000032799
Fresno	4	16/02/2023	16	0.055	0.00064	6.94202E-11	1.08469E-07	0.000047823

ANEXO 15: IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES UNSA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
HERBARIUM AREQVIPENSE (HUSA)



CONSTANCIA Nº 0019-2023-HUSA

El director del *Herbarium Arequipense* (HUSA) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

HACE CONSTAR:

Que las muestras biológicas presentadas por Leslie Paola Gonzales Arrayan de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente de la Universidad Católica de Santa María, viene realizando su proyecto de investigación "DETERMINACION DE LA CAPTURA DE DIOXIDO DE CARBONO ESTACIONAL DE 10 ESPECIES FORESTALES PRODUCIDAS EN EL VIVERO DE UCHUMAYO DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE". Las muestras fueron traídas al Laboratorio de Botánica al estado fenológico fresco, para su determinación en el Herbarium Arequipense (HUSA) y corresponde a las siguientes especies.

1.	División	Magnoliophyta
	Clase	Magnoliopsida
	Subclase	Rosoidea
	Orden	Malpighiales
	Familia	Salicaceae
	Genero	<i>Populus</i>
	Especie	<i>Populus deltoides</i> W. Bartram ex Marshall.



2.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosoidea
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Rosoideae
Tribu	Sanguisorbeae
Subtribu	Sanguisorbinae
Genero	<i>Polylepis</i>
Especie	<i>Polylepis rugulosa</i> Bitter.

3.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosoidea
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Mimosoideae
Genero	<i>Neltuma</i>
Especie	<i>Neltuma calderensis</i> A.Galan, E. Linares.

4.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Scrophulariaceae
Genero	<i>Myoporum</i>
Especie	<i>Myoporum laetum</i> G. Forst.



5.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Bignoniaceae
Tribu	Tecomeae
Genero	<i>Tecoma</i>
Especie	<i>Tecoma fulva subsp arequipensis</i> (Sprague) J.R.I.Wood.

6.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosoidae
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiaceae
Genero	<i>Schinus</i>
Especie	<i>Schinus molle</i> L

7.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Buddlejaceae
Genero	<i>Buddleja</i>
Especie	<i>Buddleja coriácea</i> J. Remy.



8.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Mimosoideae
Tribu	Acacieae
Genero	<i>Acacia</i>
Especie	<i>Acacia saligna</i> (Labill) H.L.Wendl

9.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Moraceae
Tribu	Moreae
Genero	<i>Morus</i>
Especie	<i>Morus nigra</i> L.

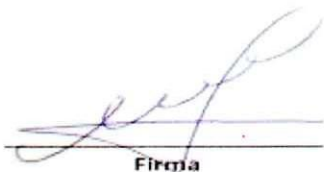
10.

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Oleaceae
Tribu	Oleeae
Genero	<i>Fraxinus</i>
Especie	<i>Fraxinus americana</i> L.



Se le expide la presente a solicitud del interesado

Arequipa, 21 de agosto del 2023



Firma

Mg. Leoncio Mariño Herrera
DIRECTOR
Herbarium Arequipense (HUSA)



ANEXO 16: ANÁLISIS COMPLETO DEL SUELO LABORATORIO I+D E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO - 1144 - 2022

SOLICITANTE : CONEXXA PERU S.R.L.
RUC/DNI DIRECCIÓN : 20539303105
 : Cal. Huancayo Nro. 408 Urb. San Martín de Socabaya - Socabaya - Arequipa - Arequipa
SERVICIO : Análisis de Caracterización de Suelo Agrícola

ASOCIACIÓN : -
RUC : -
CODIFICACIÓN/MARCA : V001 Profundidad 30 cm 05/08/2022 08:00 AM Proyecto Asimilación de CO2
PROCEDENCIA : Vivero de Uchumayo - Uchumayo - Arequipa - Arequipa
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra de 2.0 Kg aproximadamente
ESTADO DE LA MUESTRA : En bolsa plástica cerrada
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : Muestreo completamente al azar
CONDICIONES DE RECEPCIÓN : Muestra recibida en el laboratorio inmediatamente después del muestreo
PERÍODO DE CUSTODIA : No Aplica
FECHA DE RECEPCIÓN : 17 de agosto de 2022

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, Laboratorio I+D no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El período de custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la muestra.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización de Laboratorio I+D.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayos.

DIVISIÓN AGRÍCOLA

ÁREA FÍSICOQUÍMICA

Ensayo: Análisis de Caracterización en Suelo Agrícola

Plan de Muestreo: Muestreo al Azar

RESULTADOS - V001 Profundidad 30 cm 05/08/2022 08:00 AM Proyecto



Análisis Mecánico		
Parámetro	Unidad	Resultado
Arena	%	72.9
Limo	%	18.8
Arcilla	%	8.3
Clase Textural		
Franco Arenoso		
Textura Medianamente gruesa		
La textura indica la facilidad con que se puede trabajar el suelo. La textura fina indica una elevada proporción de partículas más finas como el limo y la arcilla, retiene más agua y tiene menor aireación. La textura gruesa indica una elevada proporción de arena presenta mejor aireación pero poca retención de humedad.		

LABORATORIO I+D E.I.R.L. - Análisis Agrícola, Veterinario, Investigación y Desarrollo - Pedregal, Arequipa

Oficina: Avenida Caylloma Mz. P Lote 1 Tienda 03, Villa Pedregal, Majes, Arequipa T+51 (0)54327505 RPC 992759528 - 912414473

Correo electrónico: laboratorio.id.pedregal@gmail.com

Bldo. ABRAHAM MOISES CALAPUJA CÁRDENAS
 GERENTE GENERAL CBP 9791
 LABORATORIO I+D E.I.R.L.

1144 - 2022

Página 1 de 4

Análisis Químico

pH	Unidad	Fuertemente Ácido 3.5 - 5.5	Moderadamente Ácido 5.5 - 6.5	Neutro 6.5 - 7.3	Moderadamente Alcalino 7.3 - 8.4	Altamente Alcalino > 8.4
	-	7.35 Moderadamente Alcalino				

Conductividad Eléctrica (1:2.5)	Unidad	No Salino 0.00 - 0.50	Débilmente Salino 0.50 - 1.00	Moderadamente Salino 1.00 - 2.00	Salino 2.00 - 3.00	Muy Salino > 3.00
	mS/cm	2.09 Salino				

CO ₃ Ca	Unidad	Deficiente 0.0 - 1.0	Bajo 1.0 - 2.0	Normal 2.0 - 3.0	Alto 3.0 - 6.0	Excesivo > 6.0
	%	<0.1 Deficiente				

Materia Orgánica	Unidad	Deficiente 0.0 - 1.5	Bajo 1.5 - 3.0	Normal 3.00 - 4.0	Alto 4.0 - 6.0	Excesivo > 6.0
	%	1.69 Bajo				

Nitrógeno	Unidad	Deficiente 0.00 - 0.05	Bajo 0.05 - 0.12	Normal 0.12 - 0.18	Alto 0.18 - 0.30	Excesivo > 0.30
	%	0.063 Bajo				

Fósforo	Unidad	Deficiente 0.0 - 3.0	Bajo 3.0 - 7.0	Normal 7.0 - 14.0	Alto 14.0 - 25.0	Excesivo > 25.0
	ppm	16.81 Alto				

Potasio	Unidad	Deficiente 0 - 75	Bajo 75 - 125	Normal 125 - 176	Alto > 176	Excesivo -
	ppm	274 Excesivo				

Relación Carbono - Nitrógeno C/N	Unidad	Bajo < 8.5	Normal 8.5 - 11.5	Alto > 11.5
	-	15.6 Excesivo		

Capacidad de Intercambio de Cationes Cambiables

Ca^{++}	Unidad	Muy Bajo < 2.00	Bajo 2.00 - 5.00	Medio 5.00 - 10.00	Alto 10.00 - 20.00	Muy Alto > 20.00
	meq/100g	6.95 Medio				

Mg^{++}	Unidad	Muy Bajo < 0.30	Bajo 0.30 - 1.00	Medio 1.00 - 3.00	Alto 3.00 - 6.00	Muy Alto > 6.00
	meq/100g	1.83 Medio				

K^{+}	Unidad	Muy Bajo < 0.05	Bajo 0.05 - 0.10	Medio 0.10 - 0.40	Alto 0.40 - 0.70	Muy Alto > 0.70
	meq/100g	0.583 Alto				

Na^{+}	Unidad	Muy Bajo < 0.10	Bajo 0.10 - 0.30	Medio 0.30 - 0.70	Alto 0.70 - 2.00	Muy Alto > 2.00
	meq/100g	0.62 Medio				

Relaciones de Bases de Cambio

Ca/Mg	Bajo < 4.0	Medio 4.0 - 15.0	Alto > 15.0
	3.8 Bajo		

Mg/K	Bajo < 2.5	Medio 2.5 - 15.0	Alto > 15.0
	3.14 Medio		

Ca+Mg/K	Bajo < 8.0	Medio 8.0 - 30.0	Alto > 30.0
	15.06 Medio		

Ca/K	Bajo < 10.0	Medio 10.0 - 40.0	Alto > 40.0
	11.92 Medio		


 BLGO. ABRAHAM MOISES CALAPUJA CÁRDENAS
 GERENTE GENERAL CBP 9791
 LABORATORIO I+D E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO - 1144 - 2022

SOLICITANTE : CONEXXA PERU S.R.L.

RUC/DNI : 20539303105

DIRECCIÓN : Cal.Huancayo Nro. 408 Urb. San Martín de Socabaya - Socabaya - Arequipa - Arequipa

SERVICIO : Análisis de Caracterización de Suelo Agrícola

Capacidad de Intercambio de Cationes Cambiables

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Unidad	Muy Bajo < 6.00	Bajo 6.00 - 12.00	Medio 12.00 - 25.00	Alto 25.00 - 40.00	Muy Alto > 40.00
	meq/100g	9.983 Bajo				

PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable	Unidad	Muy Bajo < 7.00	Bajo 7.00 - 15.00	Medio 15.00 - 20.00	Alto 20.00 - 30.00	Muy Alto > 30.00
	%	6.21 No Sódico				

RAS Relación de Adsorción de Sodio	Unidad	No Sódico < 6.00	Sódico > 6.00
	%	0.3 No Sódico	

Abreviaturas:

%: Partes por ciento
 mS/cm: miliSiemens por centímetro $\approx$ dS/m: deciSiemens por metro $\approx$ mmho/cm
 ppm: partes por millón $\approx$ mg/Kg: miligramos por Kilogramo
 mEq/100g: miliEquivalentes por 100 gramos

OBSERVACIONES:

- Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Método: Análisis Mecánico: Textura por el Método del Hidrómetro de Bouyocus / pH: Potenciómetro (Relación suelo/agua 1:2.5) / Conductividad Eléctrica: Conductímetro (Relación suelo/agua 1:2.5) / Materia Orgánica: Método Walkey y Black / Nitrógeno: Kjeldahl / Fósforo Disponible: Olsen o Bray I / Potasio Disponible: Fotometría de emisión de Llama / CIC: Saturación y Destilación / Cationes Cambiables: Ca^{++} y Mg^{++} : Titulación, con E.D.T.A / Na^+ , K^+ : Fotometría de emisión de Llama / Carbonato de Caldo: Neutralización Ácida / Relaciones de Bases de Cambio: Cálculo

Notas Importantes:

- Laboratorio I+D no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características puedan variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos es Válido por 30 días a partir de la fecha de emisión.

Fecha de Ejecución de los ensayos : del 17 al 22 de agosto de 2022
Fecha de Emisión del Informe de Ensayos : miércoles, 24 de agosto de 2022


 BLGO. ABRAHAM MOISES CALAPUJA CÁRDENAS
 GERENTE GENERAL (BP 9791) 
 LABORATORIO I+D E.I.R.L.

Laboratorio

Cliente

ANEXO 17: INFORMACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA SMCV – ERCOM TIABAYA DEL 21 DE ENERO 2023 AL 20 FEBRERO 2023

Tabla 56

Información climatológica del 21 de enero al 20 de febrero 2023 – Vivero de Uchumayo



ERCOM
CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA
TÉCNICA AGROPECUARIA

INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA

DEL 21 DE ENERO 2023 AL 20 DE FEBRERO 2023



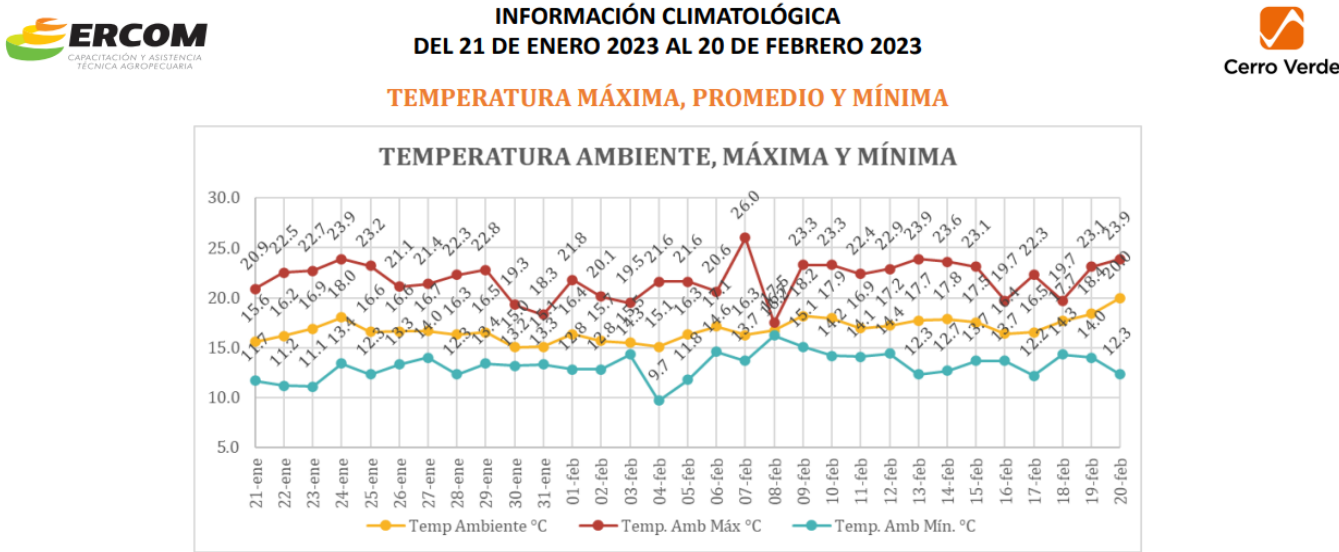
Cerro Verde

DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Temp Ambiente	Temp. Amb Máx	Temp. Amb Mín.	Dif. Temp Max-Min	Humedad Relativa	Velocidad Max. Viento	Presión Atmosférica	Precipitación	Rad. Max. Solar	UV Máximo	Evapotranspiración	
Fecha	°C	°C	°C	°C	%	km/h	mm	W/m2		mm	
21-ene	15.6	20.9	11.7	9.2	71.5	32.2	792.8	0.0	1260.0	11.0	3.19
22-ene	16.2	22.5	11.2	11.3	70.0	35.4	791.7	0.0	1280.0	11.6	4.47
23-ene	16.9	22.7	11.1	11.6	68.3	32.2	792.6	0.0	1234.0	11.5	5.26
24-ene	18.0	23.9	13.4	10.5	64.8	41.8	792.5	0.0	1229.0	11.0	5.60
25-ene	16.6	23.2	12.3	10.9	72.7	35.4	791.9	3.4	1248.0	10.7	4.25
26-ene	16.6	21.1	13.3	7.8	76.5	27.4	791.8	1.0	1229.0	12.2	2.96
27-ene	16.7	21.4	14.0	7.4	75.2	32.2	792.1	0.0	1332.0	11.2	2.80
28-ene	16.3	22.3	12.3	10.0	75.8	25.7	792.0	0.8	1357.0	12.1	2.77
29-ene	16.5	22.8	13.4	9.4	78.0	27.4	792.1	6.6	1232.0	12.1	3.33
30-ene	15.0	19.3	13.2	6.1	92.7	25.7	791.7	1.6	1225.0	11.3	1.69
31-ene	15.1	18.3	13.3	5.0	90.6	25.7	793.1	1.8	396.0	4.6	1.10
01-feb	16.4	21.8	12.8	9.0	79.1	27.4	793.3	0.8	1470	13.5	3.03
02-feb	15.7	20.1	12.8	7.3	85.2	29.0	793.4	4.0	898	12.6	1.77
03-feb	15.5	19.5	14.3	5.2	93.5	20.9	792.8	0.2	1136	9.5	0.51
04-feb	15.1	21.6	9.7	11.9	69.3	35.4	794.0	0.0	1083	10.4	4.82
05-feb	16.3	21.6	11.8	9.8	64.3	33.8	794.5	0.2	1125	10.8	5.23
06-feb	17.1	20.6	14.6	6.0	86.0	35.4	792.7	0.8	967	14.4	1.41
07-feb	16.3	26.0	13.7	12.3	86.7	19.3	791.8	0.2	457	3.3	0.38
08-feb	16.7	17.5	16.2	1.3	74.3	12.9	792.5	0.0	0	0.0	0.12
09-feb	18.2	23.3	15.1	8.2	66.7	33.8	791.6	0.0	1092	13.6	2.09
10-feb	17.9	23.3	14.2	9.1	64.2	27.4	792.2	0.0	1086	13.6	2.26
11-feb	16.9	22.4	14.1	8.3	90.9	27.4	790.8	0.0	1230	13.7	1.63
12-feb	17.2	22.9	14.4	8.5	90.6	22.5	791.3	0.0	1303	14.7	1.28
13-feb	17.7	23.9	12.3	11.6	86.2	33.8	791.6	0.0	1355	15.1	4.22
14-feb	17.8	23.6	12.7	10.9	79.7	33.8	791.9	0.0	1222	13.3	4.78
15-feb	17.5	23.1	13.7	9.4	83.6	32.2	792.2	0.0	1315	14.2	4.36
16-feb	16.4	19.7	13.7	6.0	88.5	27.4	792.1	0.0	564	6.7	2.23
17-feb	16.5	22.3	12.2	10.1	87.4	32.2	791.1	0.0	1426	14.5	2.82
18-feb	17.7	19.7	14.3	5.4	83.4	27.4	792.4	0.0	564.0	6.7	1.98
19-feb	18.4	23.1	14.0	9.1	80.9	32.2	792.3	0.0	1315.0	14.2	3.26
20-feb	20.0	23.9	12.3	11.6	79.0	33.8	791.3	0.0	1355.0	15.1	3.96
PROM	16.8	26.0	9.7	16.3	79.2	41.8	792.3	21.4	1470	15.1	2.89
PROM	MAX	MIN	DIF	PROM	MAX	PROM	SUMA	MAX	MAX	MAX	PROMEDIO

Figura 84

Temperatura máxima, promedio y mínima 21 de enero al 20 de febrero 2023– Vivero de Uchumayo



- El 7 de febrero se registra la temperatura más alta 26 °C
- El 4 de febrero se registra la temperatura más baja 9.7 °C
- La temperatura ambiente promedio del mes fue 16.8 °C

Figura 85

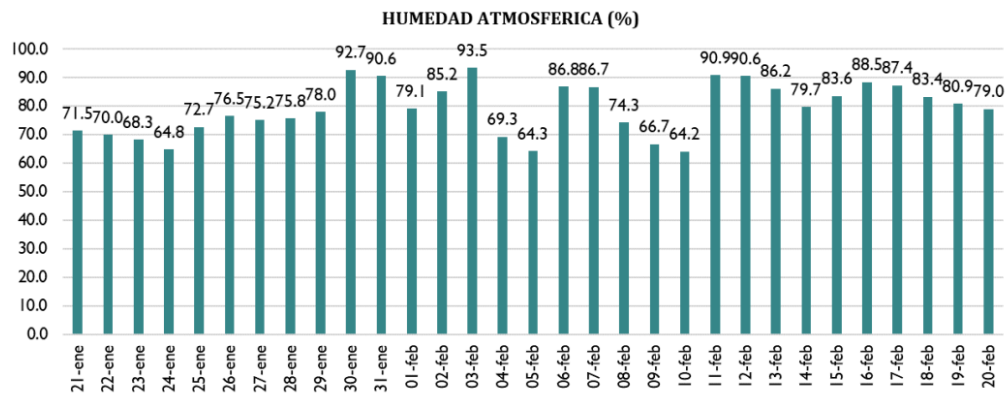
Humedad relativa promedio 21 de enero al 20 de febrero 2023– Vivero de Uchumayo



INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE ENERO 2023 AL 20 DE FEBRERO 2023



HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO



- El 10 de febrero se registra la menor humedad relativa del mes 64.2%.
- El 3 de febrero se registra la mayor humedad relativa del mes 93.5%.
- El promedio del mes se calcula 79.2% de humedad relativa.

Figura 86

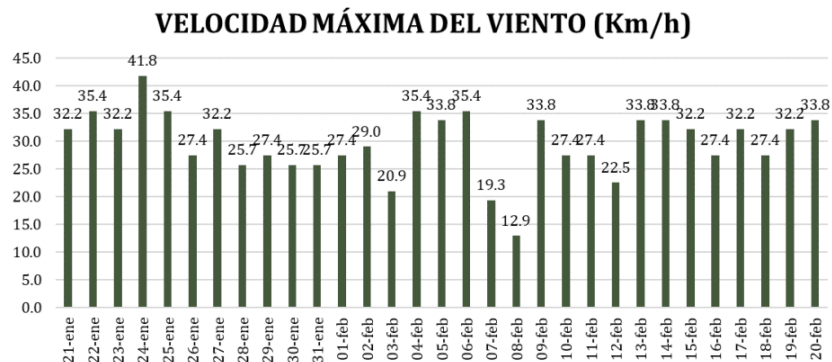
Velocidad máxima del viento 21 de enero al 20 de febrero 2023– Vivero de Uchumayo



INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE ENERO 2023 AL 20 DE FEBRERO 2023



VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO



- Velocidad de viento mínima registrada 12.9 Km/h el día 8 de febrero.
Velocidad de viento máxima registrada 41.8 Km/h el día 24 de enero.
Velocidad de viento promedio registrada 29.6 Km/h en el periodo evaluado.

Figura 87

Máxima radiación solar 21 de enero al 20 de febrero 2023– Vivero de Uchumayo

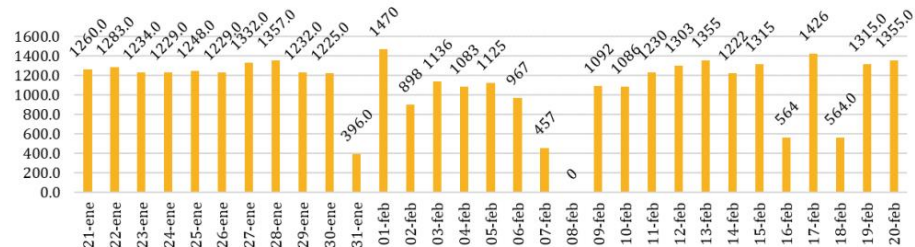


INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE ENERO 2023 AL 20 DE FEBRERO 2023



RADIACIÓN SOLAR

MÁXIMA RADIACIÓN SOLAR (W/m²)



PROMEDIO MUNDIAL

La radiación del sol es emitida en todas las longitudes de onda, pero tiene un máximo en la región de luz visible. Promedio mundial 600 W/m² con un máximo de 1200 W/m².

Radiación solar mínima registrada 396 W/m² el día 31 de enero.

Radiación solar máxima registrada 1 470 W/m² el día 1 de febrero.

Radiación solar promedio registrada 1 096 W/m² en el periodo evaluado.

Figura 88

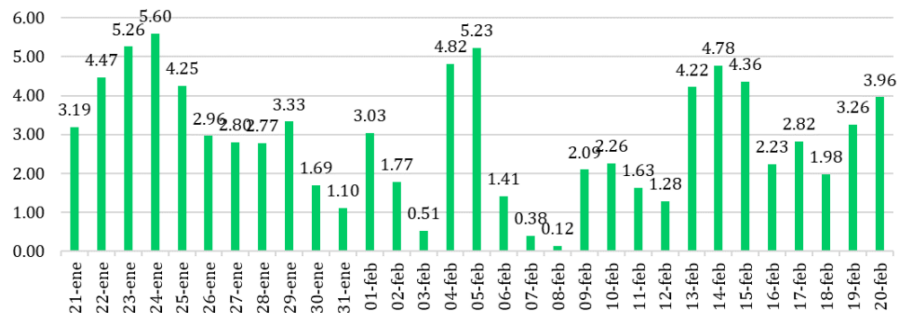
Evapotranspiración del 21 de enero al 20 de febrero 2023– Vivero de Uchumayo



INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE ENERO 2023 AL 20 DE FEBRERO 2023



EVAPOTRANSPIRACIÓN (mm)



El promedio de Evapotranspiración ET^o en el periodo evaluado es 2.89 mm por día.

1mm en 1m² = 1litro en 1 m²

Esto indica que hay una pérdida de 28.9 m³ de agua por hectárea al día en promedio.

Tabla 57

Información climatológica del 21 de mayo al 20 de junio 2023 – Vivero de Uchumayo



INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE MAYO 2023 AL 20 DE JUNIO 2023



DATOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA											
	Temp Promedio	Temp. Amb Máx	Temp. Amb Min.	Dif. Temp Max-Min	Humedad Relativa	Velocidad Max. Viento	Presión Atmosférica	Precipitación	Rad. Max. Solar	UV Máximo	Evapo-transpiración
Fecha	°C	°C	°C	°C	%	km/h	mb	mm	W/m2		mm
21-may	17.7	25.3	10.8	14.5	29.5	32.2	793.4	0.0	803	6.6	5.25
22-may	16.9	25.2	10.1	15.1	36.8	25.7	793.1	0.0	844	6.8	4.75
23-may	16.2	23.6	9.7	13.9	41.5	29.0	793.8	0.0	802	6.6	4.06
24-may	16.2	24.1	9.4	14.7	43.8	30.6	792.7	0.0	782	6.6	4.43
25-may	15.3	21.8	8.1	13.7	44.6	30.6	793.5	0.0	770.0	6.5	4.45
26-may	16.1	23.9	9.6	14.3	45.5	29.0	793.4	0.0	976.0	7.2	3.79
27-may	17.2	24.0	11.3	12.7	44.8	29.0	794.4	0.0	900.0	6.2	3.43
28-may	15.3	23.0	11.6	11.4	49.2	22.5	794.0	0.0	564.0	2.7	1.1
29-may	17.3	24.9	10.8	14.1	38.5	29.0	794.7	0.0	939.0	7.1	4.56
30-may	16.6	24.4	10.3	14.1	34.4	29.0	794.5	0.0	772.0	6.1	4.87
31-may	16.9	26.0	9.4	16.6	34.7	32.2	793.4	0.0	765.0	6.0	4.34
01-jun	17.0	25.2	11.2	14.0	35.9	33.8	793.6	0.0	763	6.0	4.84
02-jun	16.1	24.2	9.1	15.1	39.1	29.0	794.0	0.0	756	6.0	4.55
03-jun	15.6	23.6	8.0	15.6	40.2	32.2	793.4	0.0	754	6.1	4.48
04-jun	16.8	25.6	10.6	15.0	33.4	27.4	793.6	0.0	752	5.9	4.86
05-jun	17.4	25.6	10.3	15.3	26.1	30.6	793.7	0.0	744	5.8	4.82
06-jun	16.6	25.1	9.9	15.2	27.6	27.4	794.1	0.0	737	5.4	4.58
07-jun	15.3	22.9	7.7	15.2	35.9	27.4	795.0	0.0	737	5.5	4.49
08-jun	15.8	23.8	9.2	14.6	36.0	27.4	795.5	0.0	742	5.5	4.63
09-jun	16.1	24.8	9.6	15.2	36.1	30.6	795.0	0.0	740	5.3	4.61
10-jun	15.7	24.2	9.6	14.6	32.9	27.4	794.2	0.0	738.0	5.3	4.6
11-jun	15.2	23.4	8.9	14.5	33.4	37.0	793.9	0.0	740	5.4	4.51
12-jun	14.4	23.4	7.4	16.0	36.3	29.0	793.9	0.0	740	5.6	4.34
13-jun	15.3	24.7	8.1	16.6	35.6	29.0	793.1	0.0	733	5.7	4.55
14-jun	18.1	26.0	9.3	16.7	23.8	29.0	792.9	0.0	740	5.7	4.54
15-jun	17.4	25.8	10.4	15.4	23.6	30.6	793.3	0.0	735	5.7	5.06
16-jun	17.0	26.2	9.3	16.9	25.4	29.0	794.2	0.0	737	5.8	4.89
17-jun	16.8	25.1	9.4	15.7	22.3	30.6	794.8	0.0	738	5.8	5.01
18-jun	17.1	25.3	9.8	15.5	25.1	38.6	794.0	0.0	721	5.6	5.05
19-jun	17.2	25.9	9.9	16.0	28.9	33.8	793.5	0.0	729	5.7	4.60
20-jun	17.4	26.8	10.2	16.6	26.7	30.6	792.7	0.0	733	5.8	4.99
	16.4	26.8	7.4	19.4	34.4	38.6	793.9	0.0	976	7.2	4.49
	PROM	MAX	MIN	DIF	PROM	MAX	PROM	SUMA	MAX	MAX	PROMEDIO

Figura 89

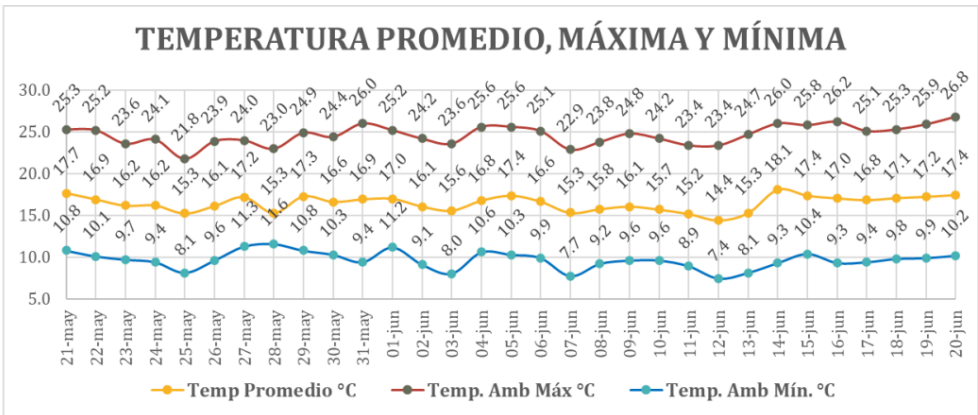
Temperatura máxima, promedio y mínima 21 de mayo al 20 de junio 2023– Vivero de Uchumayo



INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE MAYO 2023 AL 20 DE JUNIO 2023



TEMPERATURA MÁXIMA, PROMEDIO Y MÍNIMA



- El 20 de junio se registra la temperatura más alta 26.8 °C.
- El 12 de junio se registra la temperatura más baja 7.4 °C.
- La temperatura ambiente promedio del mes fue 16.4 °C.

Resumen	PROM	MAX	MIN
	Temp Ambiente	Temp. Amb Máx	Temp. Amb Mín.
	16.4	26.8	7.4

Figura 90

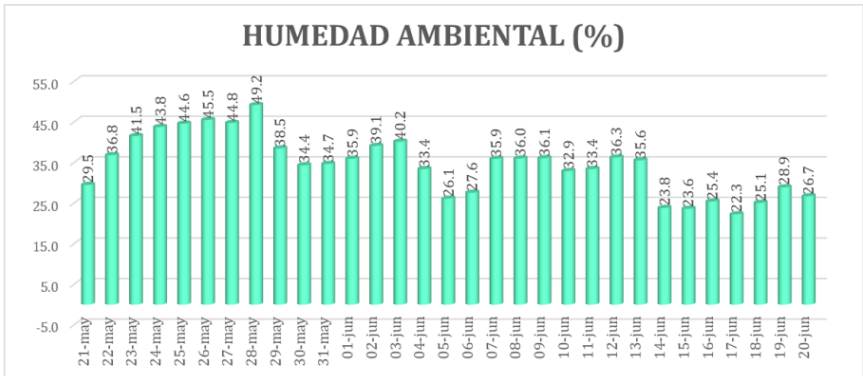
Humedad relativa promedio 21 de mayo al 20 de junio 2023– Vivero de Uchumayo



INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE MAYO 2023 AL 20 DE JUNIO 2023



HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO



- El 17 de junio se registra la menor humedad relativa del mes 22.3%.
- El 28 de mayo se registra la mayor humedad relativa del mes 49.2%.
- El promedio del mes se calcula 34.4% de humedad relativa.

Figura 91

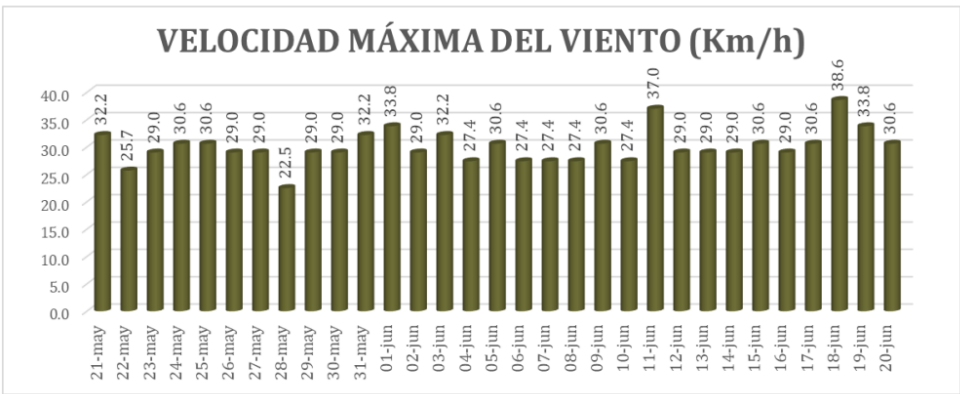
Velocidad máxima del viento 21 de mayo al 20 de junio 2023– Vivero de Uchumayo



INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA
DEL 21 DE MAYO 2023 AL 20 DE JUNIO 2023



VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO



- Velocidad de viento mínima registrada 22.5 Km/h el día 28 de mayo.
Velocidad de viento máxima registrada 38.6 Km/h el día 18 de junio.
Velocidad de viento promedio registrada 38.6 Km/h en el periodo evaluado.

Figura 92

Máxima radiación solar 21 de mayo al 20 de junio 2023– Vivero de Uchumayo

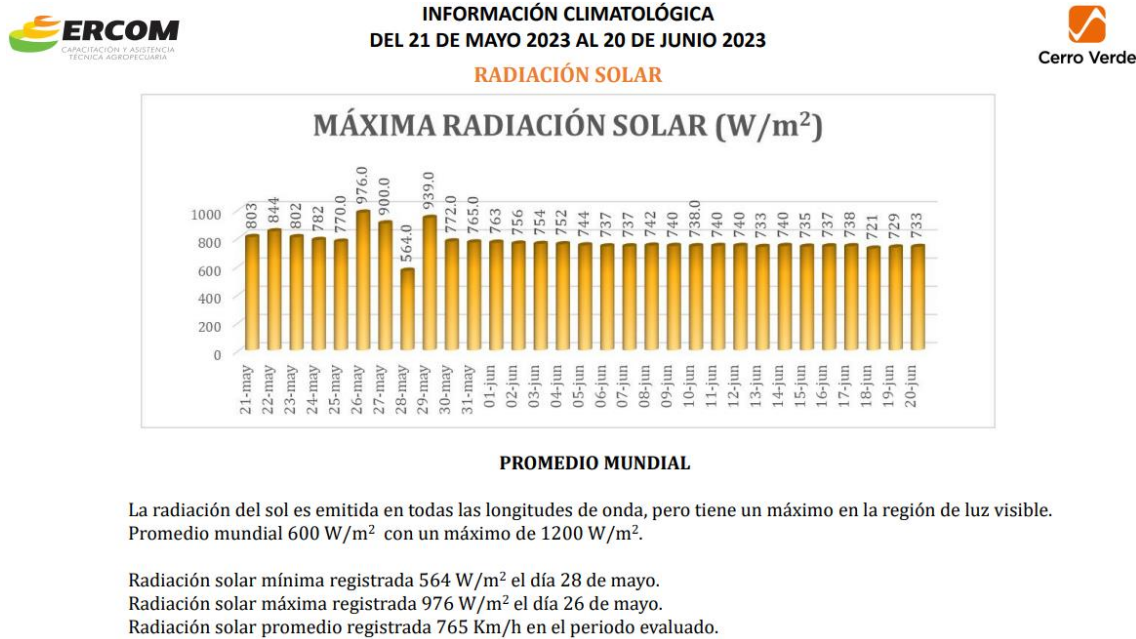


Figura 93

Evapotranspiración del 21 de mayo al 20 de junio 2023– Vivero de Uchumayo

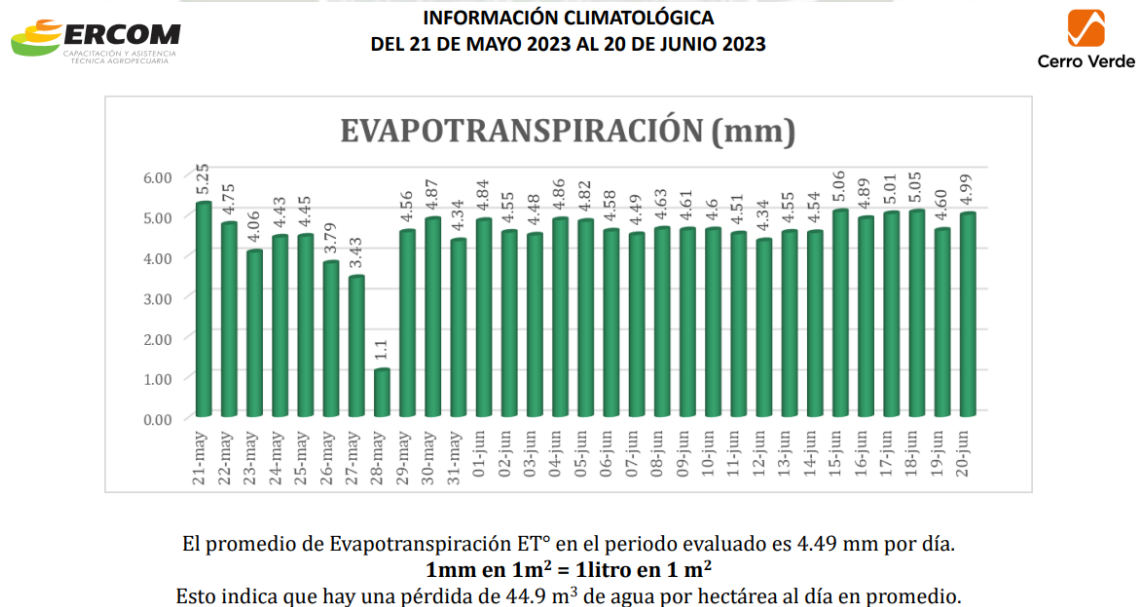


Figura 94

Historial del porcentaje de la humedad promedio – Vivero de Uchumayo

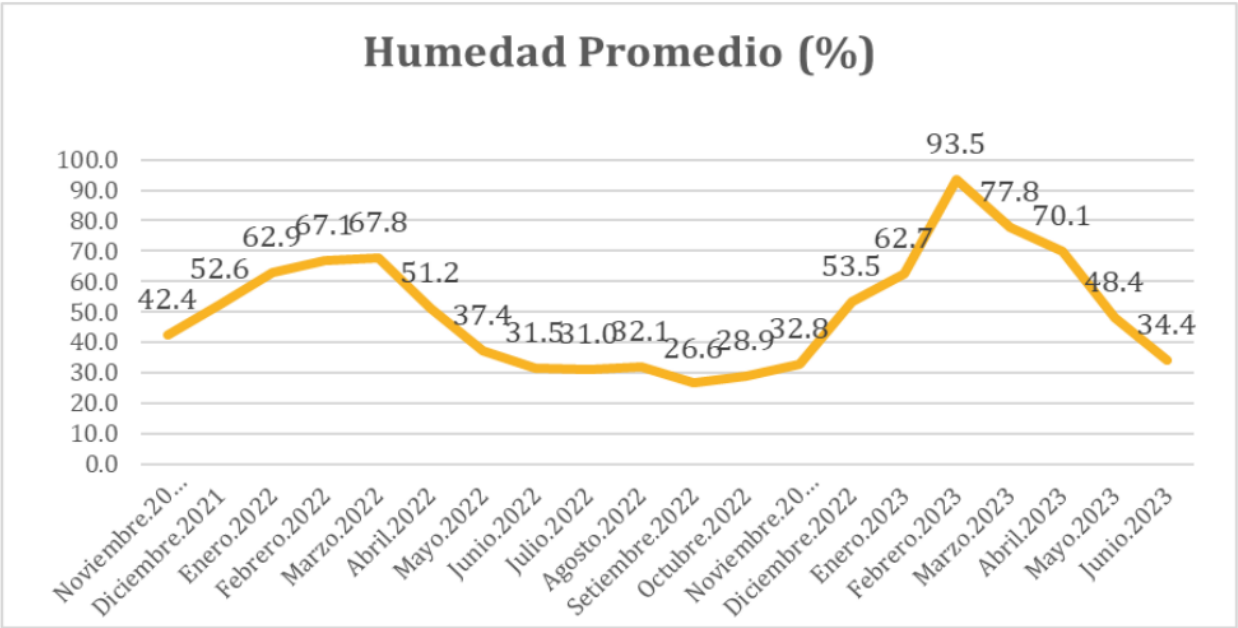
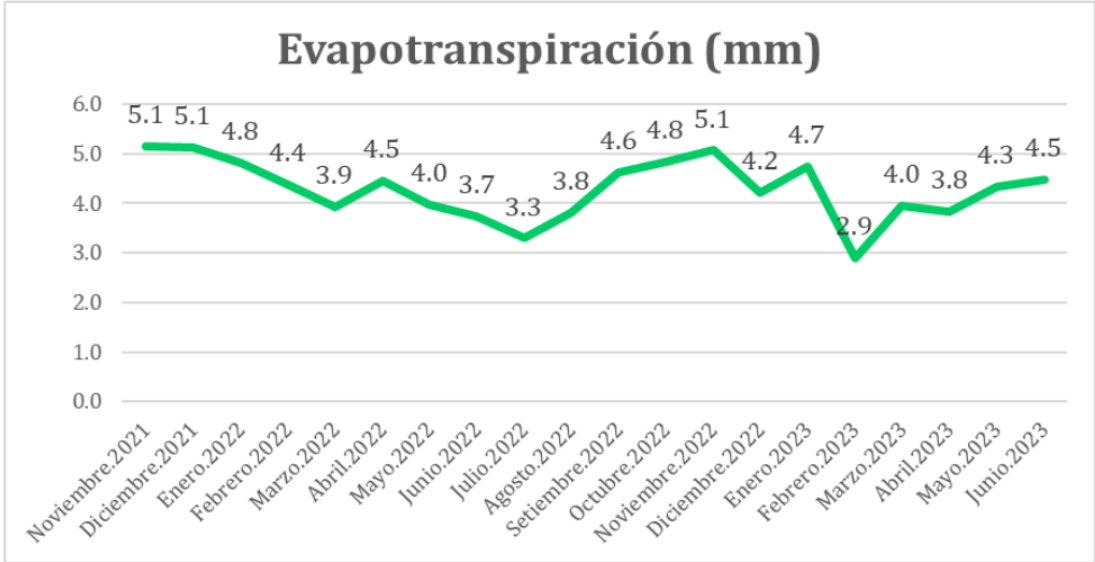


Figura 95

Historial de la evapotranspiración – Vivero de Uchumayo



**ANEXO 18: RESULTADOS DEL RENDIMIENTO CUÁNTICO DE CLOROFILA
A EN FOTOSISTEMA II POR DÍA**

**RESULTADOS DE INTENSIDAD DE LUZ SOLAR EN TEMPORADA
HÚMEDA**

Tabla 58

Intensidad de la luz solar de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis</i> “ Cahuato”	2 años	08:00:00	336.4165	586.6318	139.5110	354.186
		10:00:00	792.0231	753.6654	232.7880	592.825
		12:00:00	873.4607	803.2573	244.9244	640.547
		14:00:00	307.1805	1199.9907	290.9750	599.382
		16:00:00	112.9945	138.3718	144.7055	132.024
	4 años	08:00:00	452.1941	533.6933	193.6426	393.177
		10:00:00	770.6454	696.8330	263.5360	577.005
		12:00:00	795.2104	435.3197	283.1280	504.553
		14:00:00	632.8090	245.3167	318.1676	398.764
		16:00:00	78.6052	88.0069	146.9553	104.522

Figura 96

Intensidad de la luz solar del *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

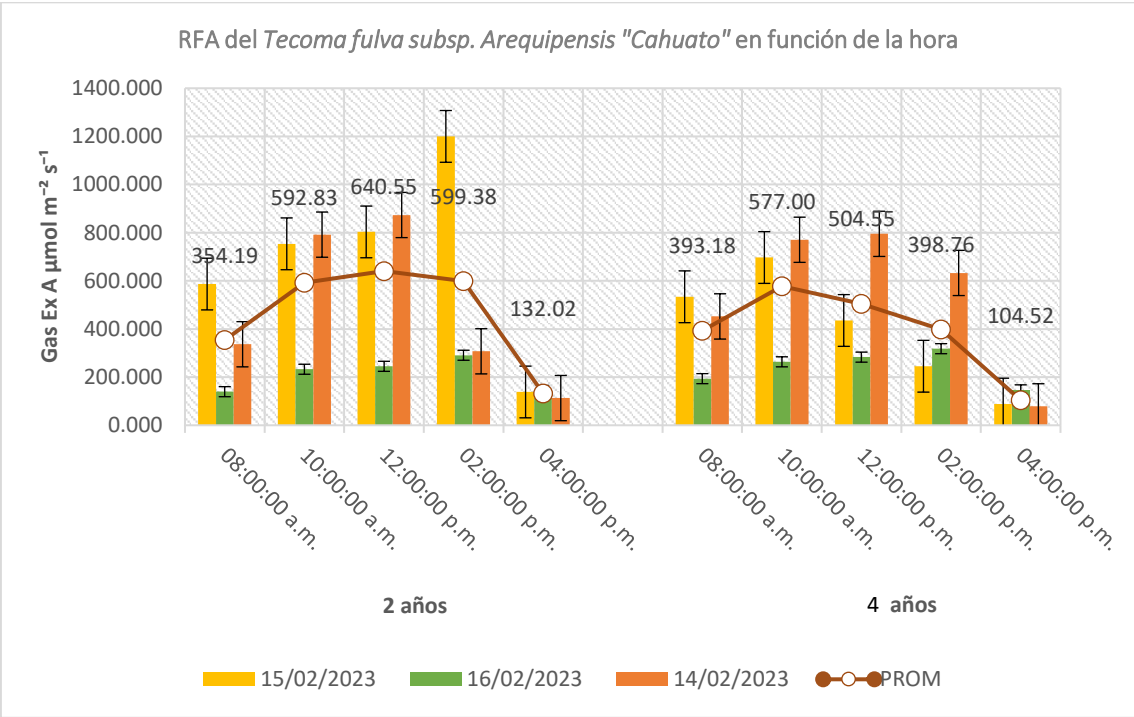


Tabla 59

Intensidad de la luz solar de la especie *Polylepis rugulosa* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Polylepis rugulosa</i> “ Queñua”	2 años	08:00:00	623.793	713.240	261.690	532.907
		10:00:00	801.347	936.747	332.752	690.282
		12:00:00	716.409	783.317	291.132	596.953
		14:00:00	202.167	197.409	60.428	153.335
		16:00:00	64.721	97.398	88.653	83.591
	4 años	08:00:00	590.773	647.402	233.399	490.525
		10:00:00	824.131	945.689	350.330	706.717
		12:00:00	421.265	761.717	281.988	488.323
		14:00:00	176.583	214.922	46.045	145.850
		16:00:00	52.759	73.813	90.715	72.429

Figura 97

Intensidad de la luz solar de la especie *Polylepis rugulosa* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

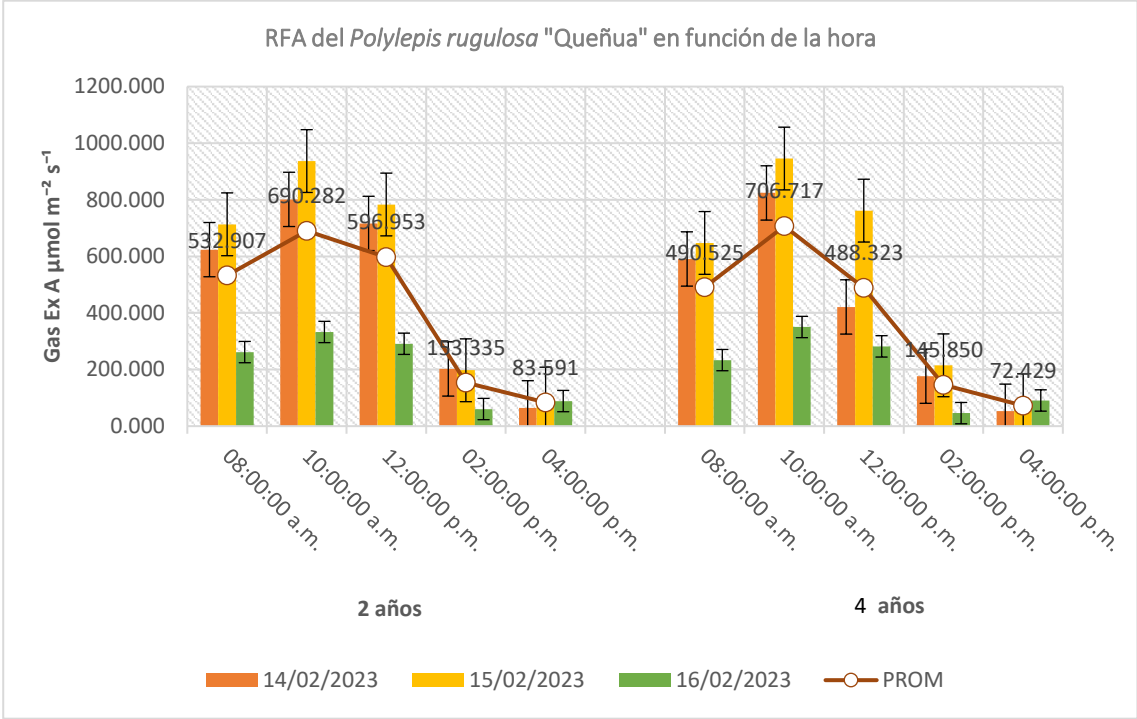


Tabla 60

Intensidad de la luz solar de la especie *Schinus molle* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Schinus Molle</i> “ Molle Serrano”	2 años	08:00:00	360.004	442.259	206.470	336.244
		10:00:00	794.279	812.579	280.997	629.285
		12:00:00	664.328	908.467	277.952	616.916
		14:00:00	681.462	339.975	263.633	428.357
		16:00:00	82.881	60.249	156.761	99.963
	4 años	08:00:00	464.405	538.152	286.496	429.684
		10:00:00	815.111	668.362	349.537	611.003
		12:00:00	727.193	817.984	236.373	593.850
		14:00:00	390.365	243.113	261.328	298.269
		16:00:00	83.565	38.603	222.546	114.905

Figura 98

Intensidad de la luz solar de la especie *Schinus Molle* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

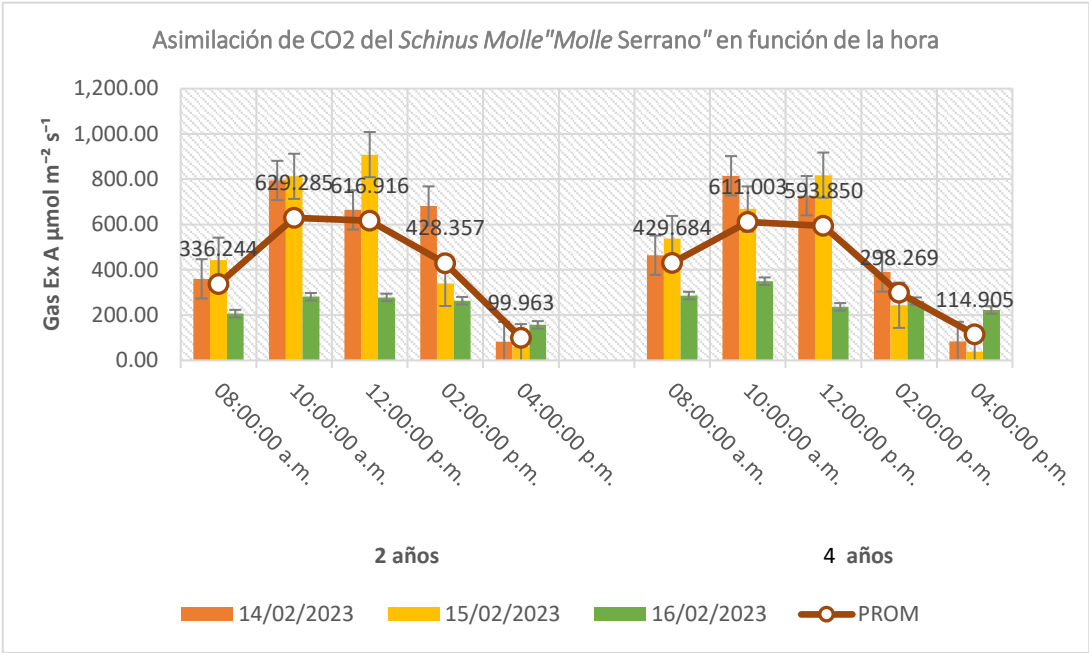


Tabla 61

Intensidad de la luz solar de la especie *Buddleja coriácea* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Buddleja coriácea</i> “Qolle”	2 años	08:00:00	637.270	702.247	210.730	516.749
		10:00:00	796.895	787.087	292.695	625.559
		12:00:00	307.475	527.506	255.614	363.531
		14:00:00	164.439	185.427	47.443	132.436
		16:00:00	34.739	36.766	63.423	44.976
	4 años	08:00:00	735.501	639.245	239.961	538.236
		10:00:00	821.948	903.017	286.653	670.539
		12:00:00	394.879	1044.340	267.890	569.036
		14:00:00	134.653	167.854	54.010	118.839
		16:00:00	26.021	32.729	68.903	42.551

Figura 99

Intensidad de la luz solar de la especie *Buddleja coriácea* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

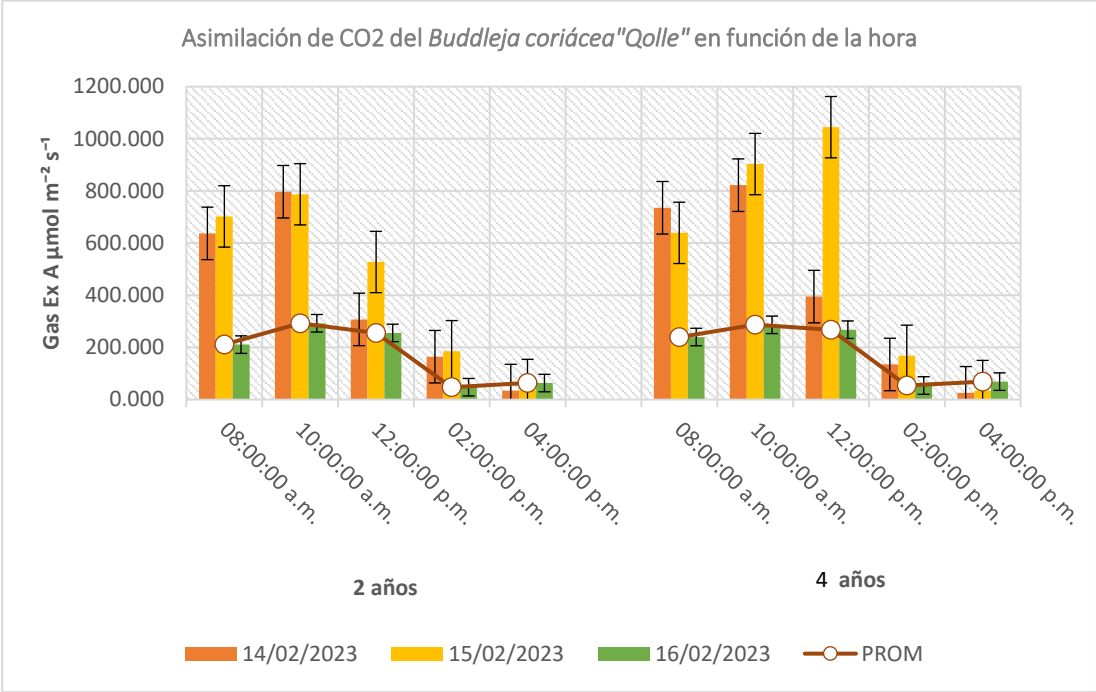


Tabla 62

Intensidad de la luz solar de la especie *Neltuma calderensis* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Neltuma calderensis</i> " Yara"	2 años	08:00:00	522.601	439.733	240.983	401.106
		10:00:00	843.969	849.056	843.969	845.665
		12:00:00	760.634	733.731	247.638	580.668
		14:00:00	362.440	217.442	256.952	278.945
		16:00:00	83.103	47.845	280.738	137.228
	4 años	08:00:00	498.284	574.472	198.170	423.642
		10:00:00	752.973	770.509	370.520	631.334
		12:00:00	811.803	857.234	204.608	624.548
		14:00:00	335.803	226.619	231.806	264.743
		16:00:00	75.893	55.848	256.010	129.250

Figura 100

Intensidad de la luz solar de la especie *Neltuma calderensis* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

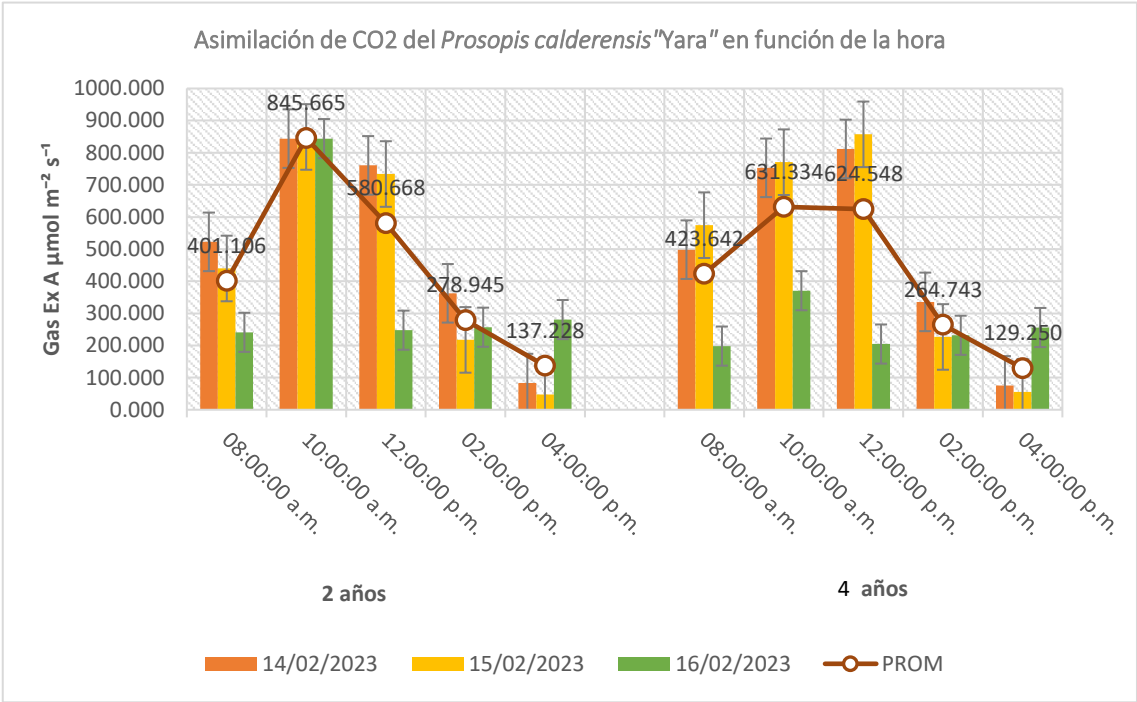


Tabla 63

Intensidad de la luz solar de la especie *Populus deltoides* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Populus deltoides</i> "Alamo"	2 años	08:00:00	579.199	627.578	254.043	486.940
		10:00:00	711.504	945.027	283.226	646.586
		12:00:00	658.031	741.641	281.707	560.460
		14:00:00	220.023	120.154	101.224	147.134
		16:00:00	72.790	100.196	107.615	93.534
	4 años	08:00:00	550.798	592.920	252.296	465.338
		10:00:00	814.271	696.259	298.815	603.115
		12:00:00	585.316	875.124	270.979	577.140
		14:00:00	190.124	112.866	76.344	126.445
		16:00:00	77.146	86.484	87.446	83.692

Figura 101

Intensidad de la luz solar de la especie *Populus deltoides* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

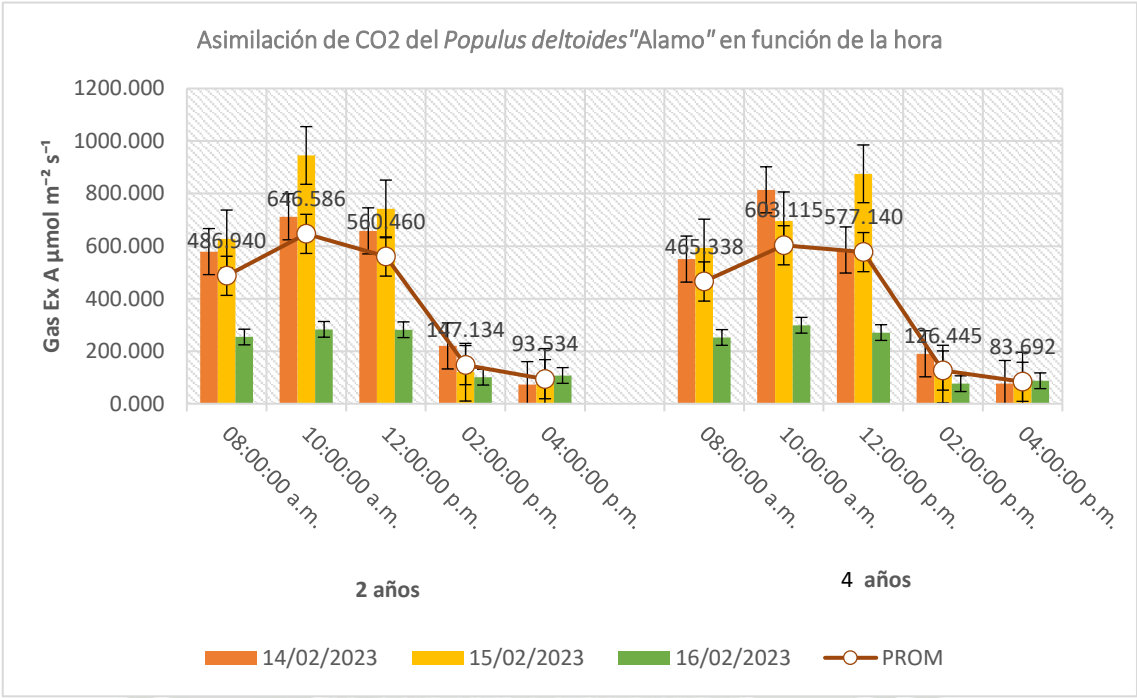


Tabla 64

Intensidad de la luz solar de la especie *Myoporum laetum* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Myoporum laetum</i> “ Mioporo”	2 años	08:00:00	554.827	699.261	275.024	509.704
		10:00:00	820.973	559.362	289.523	556.619
		12:00:00	302.145	392.216	291.423	328.595
		14:00:00	240.774	118.281	157.495	172.183
		16:00:00	78.787	121.403	129.075	109.755
	4 años	08:00:00	576.795	617.538	264.134	486.156
		10:00:00	826.693	312.416	264.173	467.761
		12:00:00	405.633	920.698	285.482	537.271
		14:00:00	200.211	123.347	124.191	149.250
		16:00:00	80.376	121.098	107.833	103.102

Figura 102

Intensidad de la luz solar de la especie *Myoporum laetum* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

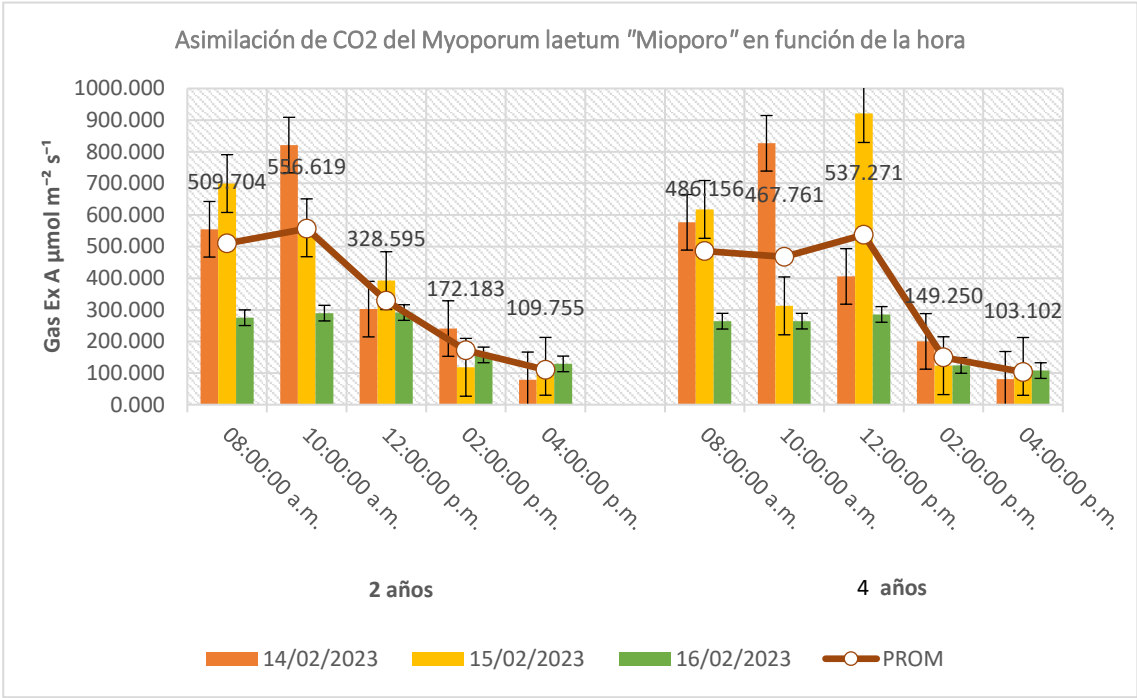


Tabla 65

Intensidad de la luz solar de la especie *Acacia saligna* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Acacia saligna</i> “ Acacia Mimosa”	2 años	08:00:00	580.878	639.934	223.247	481.353
		10:00:00	812.645	913.570	394.181	706.799
		12:00:00	801.249	1002.044	194.512	665.935
		14:00:00	522.183	220.560	226.862	323.202
		16:00:00	70.818	54.017	188.267	104.368
	4 años	08:00:00	570.631	499.520	267.377	445.842
		10:00:00	606.062	887.583	387.300	626.982
		12:00:00	867.359	1021.717	226.778	705.285
		14:00:00	546.052	175.498	236.864	319.471
		16:00:00	71.652	42.848	170.743	95.081

Figura 103

Intensidad de la luz solar de la especie *Acasia Saligna* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

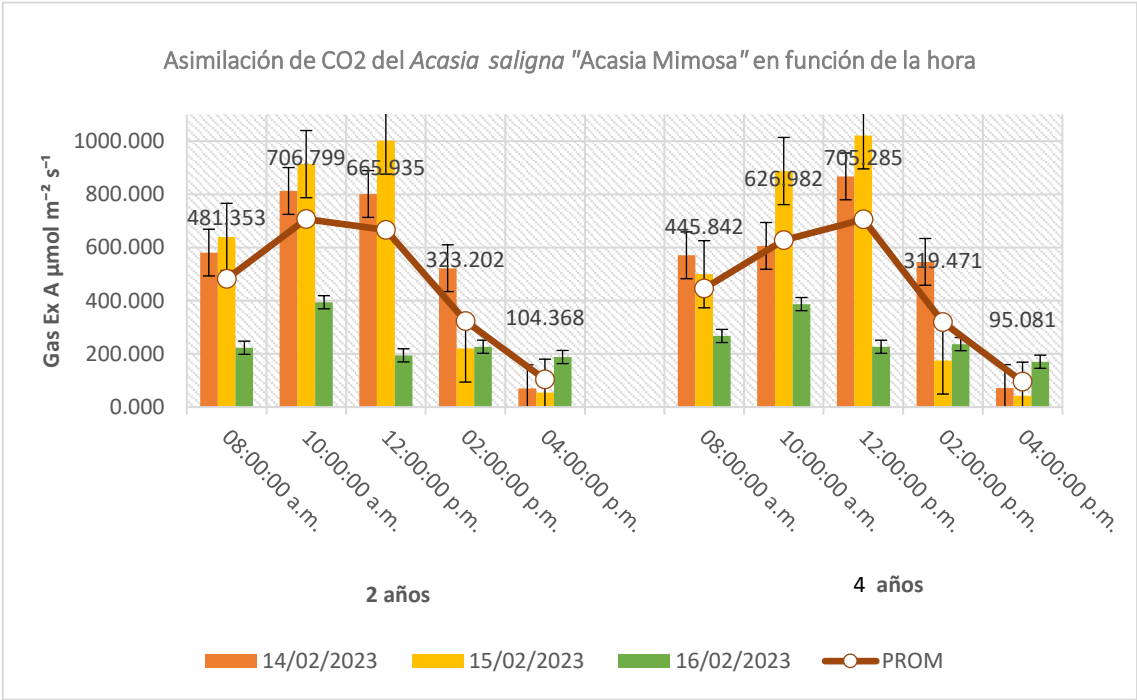


Tabla 66

Intensidad de la luz solar de la especie *Morus nigra* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Morus nigra</i> “ Mora”	2 años	08:00:00	488.059	660.609	314.084	487.584
		10:00:00	775.676	545.860	299.657	540.398
		12:00:00	756.174	856.779	261.076	624.676
		14:00:00	252.674	154.103	205.098	203.958
		16:00:00	73.443	71.958	146.956	97.452
	4 años	08:00:00	500.635	571.214	292.011	454.620
		10:00:00	782.536	855.996	319.405	652.646
		12:00:00	699.291	371.376	286.991	452.553
		14:00:00	253.282	114.408	208.034	191.908
		16:00:00	79.080	105.390	159.083	114.518

Figura 104

Intensidad de la luz solar de la especie *Populus deltoides* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda

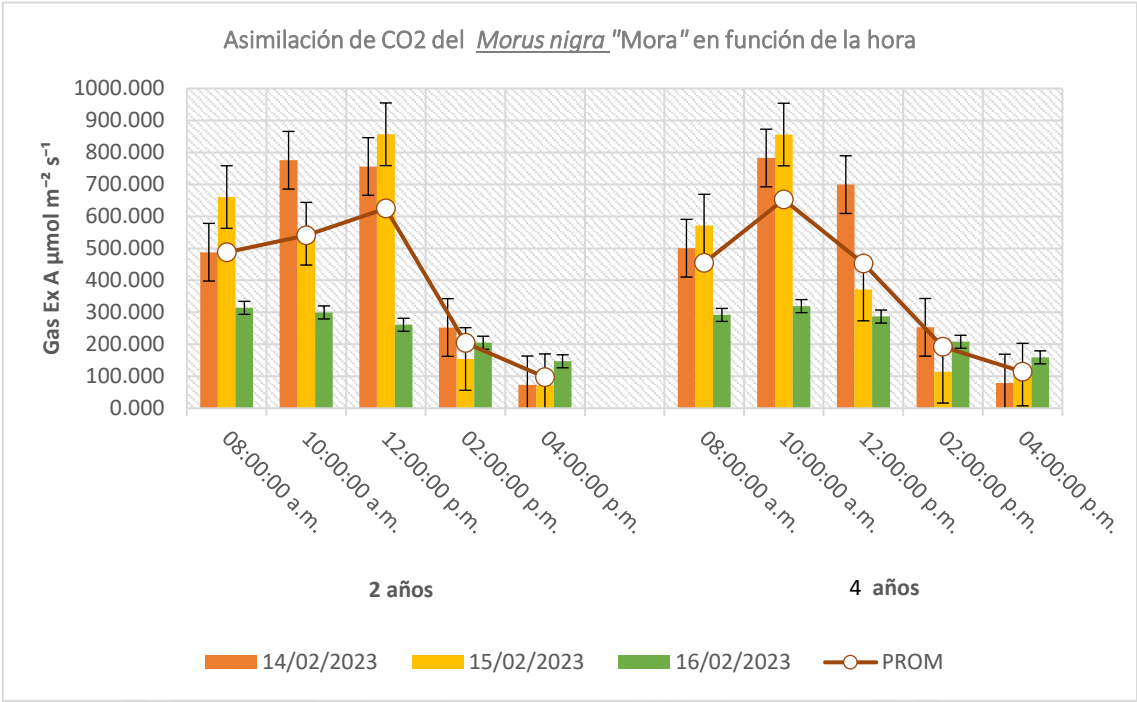


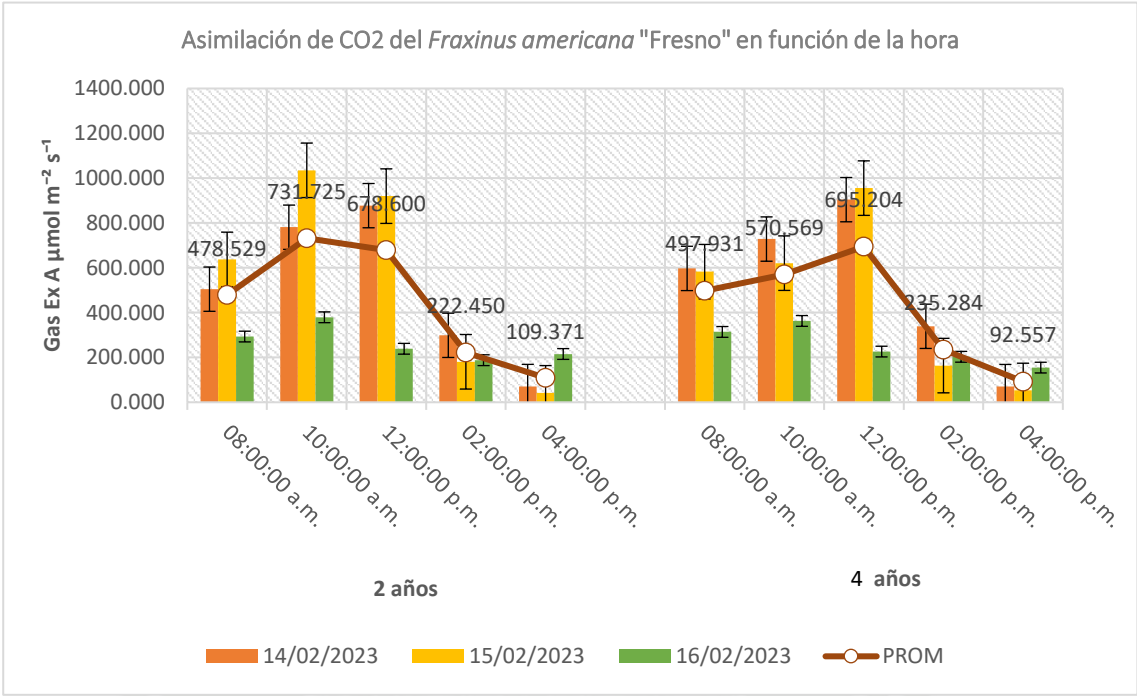
Tabla 67

Intensidad de la luz solar de la especie *Fraxinus americana* en los días de medición de temporada húmeda

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Fraxinus americana</i> “ Fresno”	2 años	08:00:00	504.726	637.546	293.316	478.529
		10:00:00	781.086	1034.945	379.144	731.725
		12:00:00	877.298	919.670	238.831	678.600
		14:00:00	298.815	180.827	187.707	222.450
		16:00:00	70.398	42.254	215.461	109.371
	4 años	08:00:00	597.186	582.586	314.020	497.931
		10:00:00	728.167	620.625	362.915	570.569
		12:00:00	903.978	955.392	226.241	695.204
		14:00:00	339.087	163.663	203.103	235.284
		16:00:00	70.165	52.810	154.697	92.557

Figura 105

Intensidad de la luz solar de la especie *Fraxinus americana* en función de la hora en los días de medición de temporada húmeda



RESULTADOS DE ASIMILACIÓN DE CO₂ EN TEMPORADA SECA

Tabla 68

Asimilación de CO₂ de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis</i> “Cahuato”	2 años	08:00:00	0.056	0.083	0.099	0.080
		10:00:00	0.268	0.709	0.470	0.483
		12:00:00	0.112	0.869	0.076	0.352
		14:00:00	0.041	2.438	0.406	0.962
		16:00:00	0.362	0.249	0.128	0.246
	4 años	08:00:00	0.822	0.428	0.095	0.449
		10:00:00	1.890	0.029	0.052	0.657
		12:00:00	0.084	1.774	0.225	0.695

14:00:00	0.640	4.389	0.560	1.863
16:00:00	0.351	0.155	0.268	0.258

Figura 106

Asimilación de CO₂ del *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

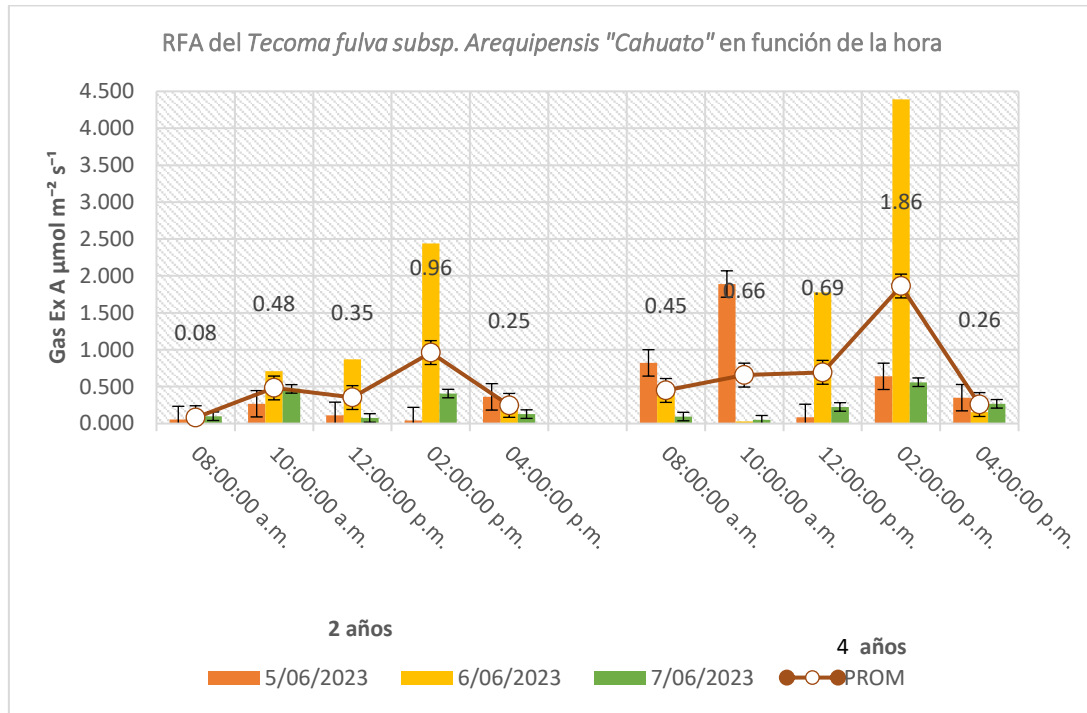


Tabla 69

Asimilación de CO₂ de la especie *Polylepis rugulosa* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Polylepis rugulosa</i> "Queñua"	2 años	08:00:00	0.133	0.132	0.108	0.124
		10:00:00	0.220	0.553	0.380	0.384
		12:00:00	0.323	0.888	0.315	0.508
		14:00:00	0.086	0.766	0.065	0.306
		16:00:00	0.844	0.686	0.456	0.662
	4 años	08:00:00	0.209	0.062	0.668	0.313
		10:00:00	0.178	0.067	0.452	0.232
		12:00:00	0.240	0.226	0.755	0.407
		14:00:00	0.152	0.136	0.091	0.126

16:00:00	0.138	0.025	0.087	0.084
----------	-------	-------	-------	--------------

Figura 107

Asimilación de CO₂ la especie *Polylepis rugulosa* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

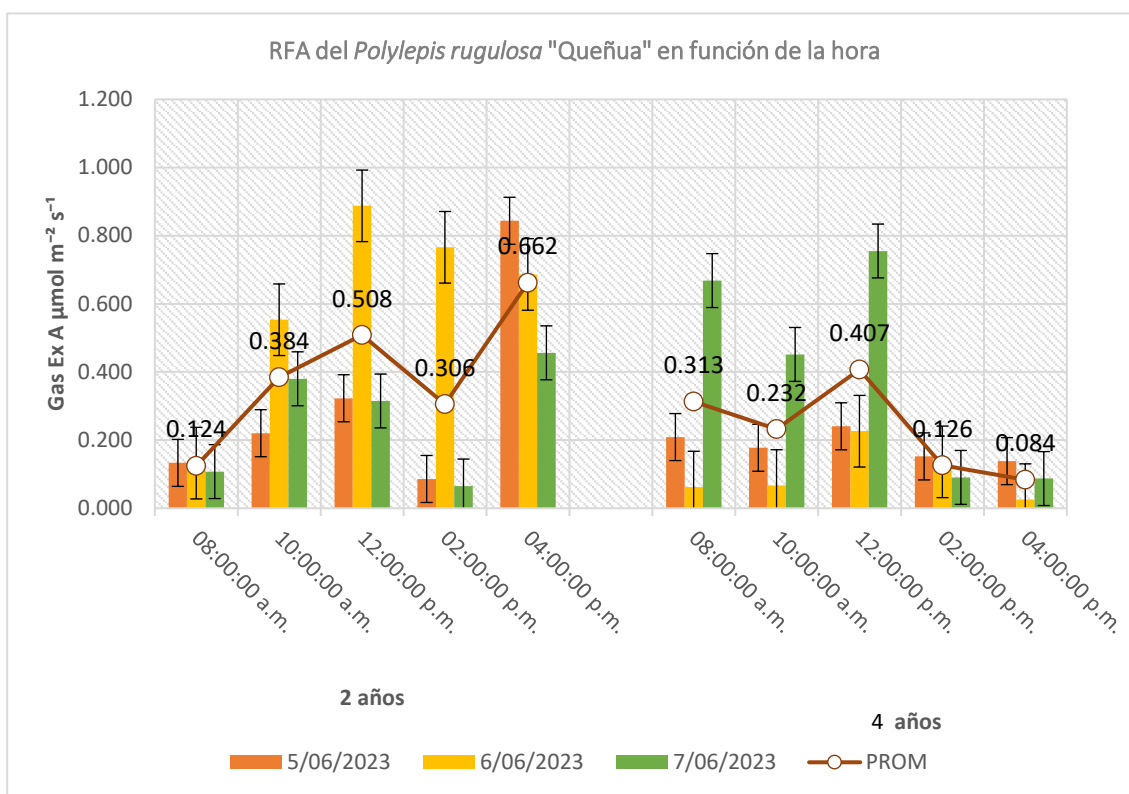


Tabla 70

Asimilación de CO₂ de la especie *Schinus Molle* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Schinus Molle</i> "Molle Serrano"	2 años	08:00:00	0.180	0.399	0.514	0.364
		10:00:00	0.416	0.549	0.169	0.378
		12:00:00	0.033	0.645	0.226	0.301
		14:00:00	0.051	0.340	0.196	0.196
		16:00:00	0.400	0.098	0.322	0.273
	4 años	08:00:00	0.495	0.079	0.072	0.216
		10:00:00	0.740	0.461	0.335	0.512

12:00:00	0.095	0.634	0.102	0.277
14:00:00	0.098	0.596	0.018	0.237
16:00:00	0.277	0.275	0.305	0.286

Figura 108

Asimilación de CO₂ la especie *Schinus Molle* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

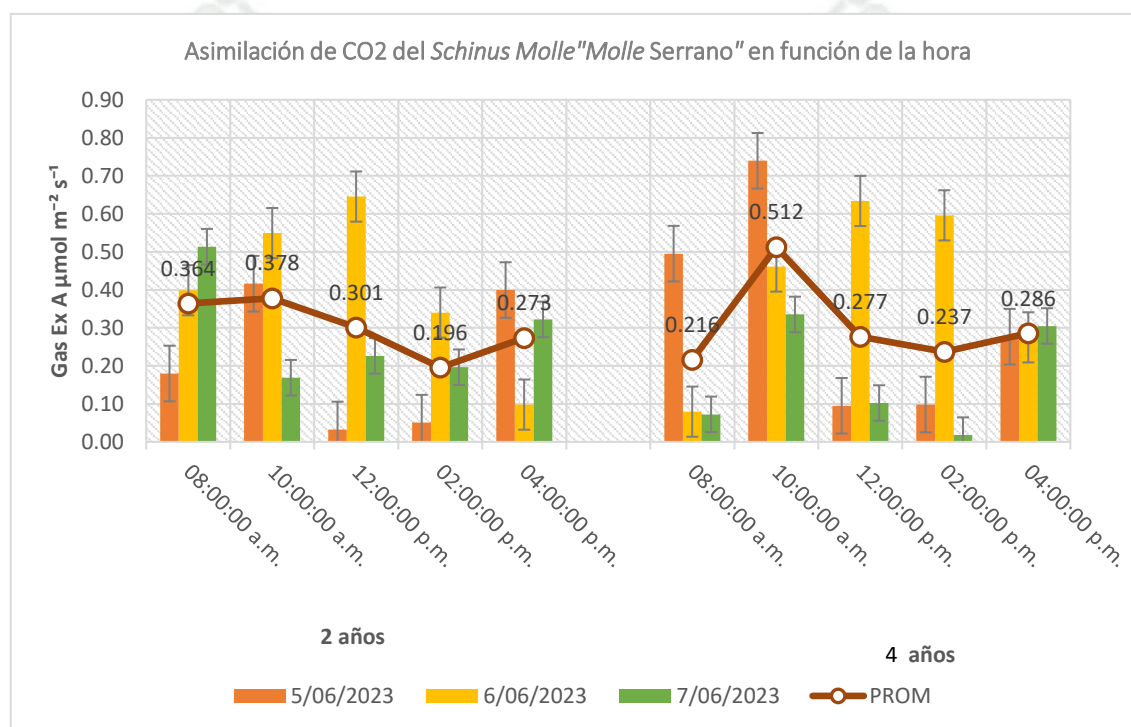


Tabla 71

Asimilación de CO₂ de la especie *Buddleja coriácea* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Buddleja coriácea</i> "Qolle"	2 años	08:00:00	0.280	0.293	0.347	0.307
		10:00:00	0.424	1.037	0.233	0.565
		12:00:00	0.077	2.114	0.549	0.913
		14:00:00	0.161	0.651	0.514	0.442
		16:00:00	1.190	0.805	0.364	0.787
	4 años	08:00:00	0.145	0.263	0.398	0.269

10:00:00	0.829	0.803	1.172	0.935
12:00:00	0.391	4.666	1.622	2.226
14:00:00	0.292	0.989	1.039	0.773
16:00:00	0.073	0.198	0.177	0.149

Figura 109

Asimilación de CO₂ de la especie *Buddleja coriácea* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

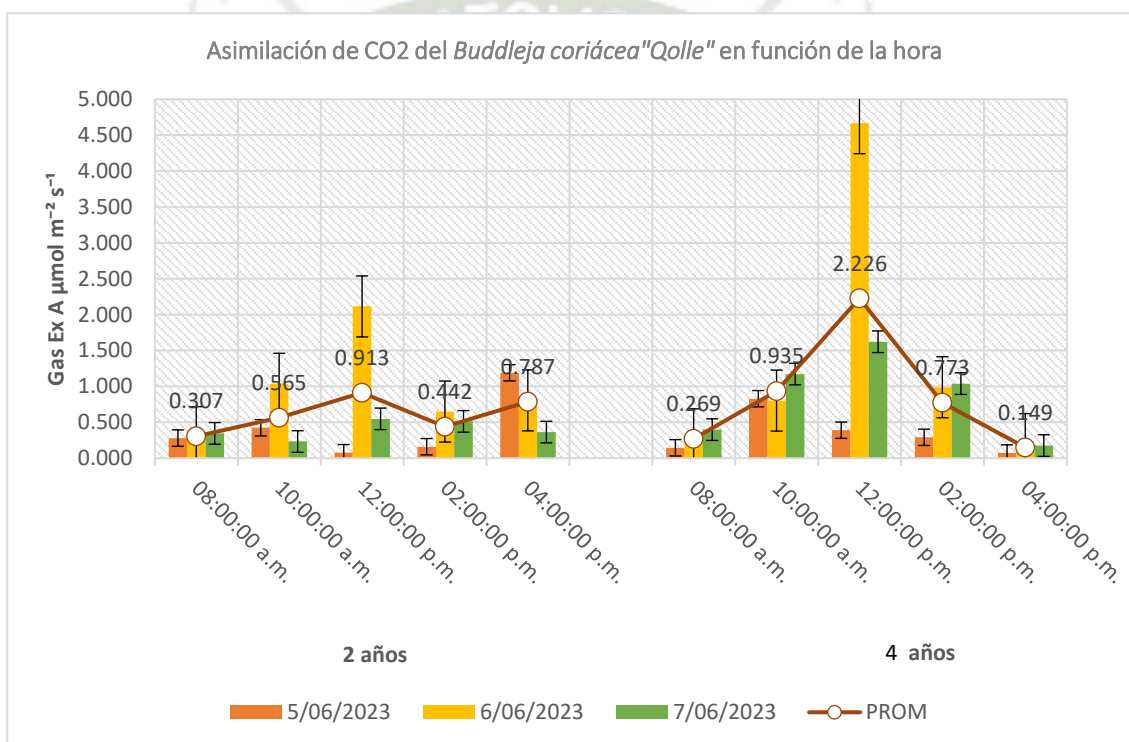


Tabla 72

Asimilación de CO₂ de la especie *Neltuma calderensis* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Neltuma calderensis</i> "Yara"	2 años	08:00:00	0.058	0.115	0.214	0.129
		10:00:00	1.148	0.539	0.538	0.742
		12:00:00	0.089	0.847	0.272	0.403
		14:00:00	0.365	4.032	0.254	1.550
		16:00:00	0.124	0.025	0.034	0.061

4 años	08:00:00	0.137	0.057	0.231	0.142
	10:00:00	0.615	2.443	0.465	1.174
	12:00:00	0.037	2.854	0.139	1.010
	14:00:00	0.438	0.187	0.540	0.388
	16:00:00	0.131	0.155	0.110	0.132

Figura 110

Asimilación de CO₂ de la especie *Neltuma calderensis* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

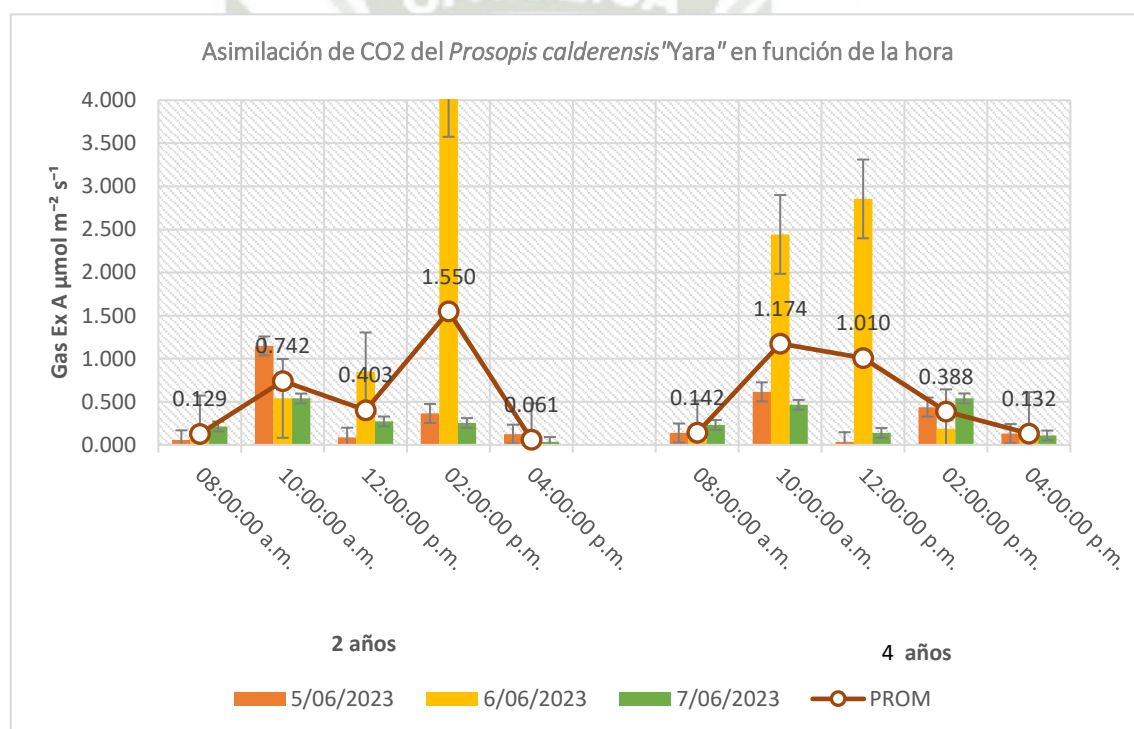


Tabla 73

Asimilación de CO₂ de la especie *Populus deltoides* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Populus deltoides</i> "Alamo"	2 años	08:00:00	0.224	0.204	0.245	0.224
		10:00:00	2.293	1.059	0.418	1.256
		12:00:00	0.180	1.286	0.366	0.611
		14:00:00	0.956	0.560	0.616	0.711

4 años	16:00:00	0.165	0.450	0.250	0.288
	08:00:00	0.437	0.534	0.340	0.437
	10:00:00	0.291	1.227	2.555	1.358
	12:00:00	0.074	0.844	0.913	0.611
	14:00:00	0.725	1.231	1.132	1.029
	16:00:00	0.198	0.317	0.235	0.250

Figura 111

Asimilación de CO₂ de la especie *Populus deltoides* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

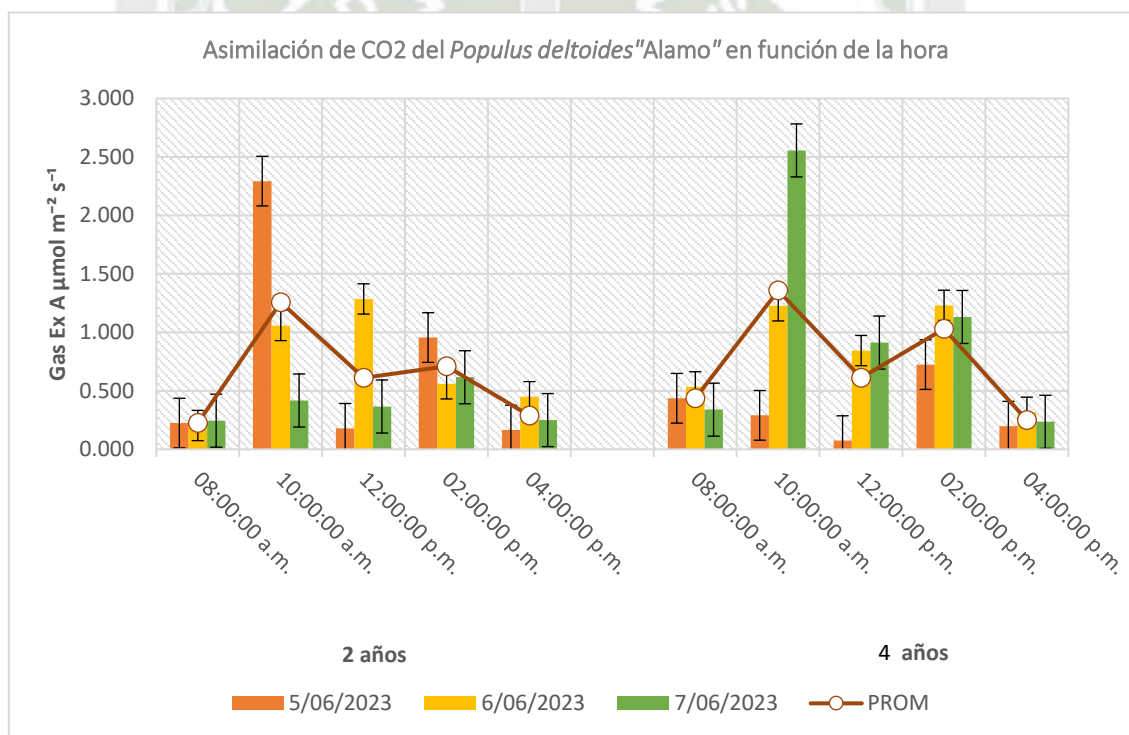


Tabla 74

Asimilación de CO₂ de la especie *Myoporum laetum* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Myoporum laetum</i> "Miopor"	2 años	08:00:00	0.206	0.153	0.130	0.163
		10:00:00	0.303	0.418	0.102	0.274
		12:00:00	0.089	1.640	0.371	0.700

4 años	14:00:00	0.113	0.237	0.223	0.191
	16:00:00	0.164	0.350	0.223	0.245
	08:00:00	0.312	0.447	0.425	0.395
	10:00:00	0.134	0.934	0.543	0.537
	12:00:00	0.032	2.916	0.288	1.079
	14:00:00	0.518	0.663	0.416	0.532
	16:00:00	0.091	0.140	0.088	0.107

Figura 112

Asimilación de CO₂ de la especie *Myoporum laetum* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

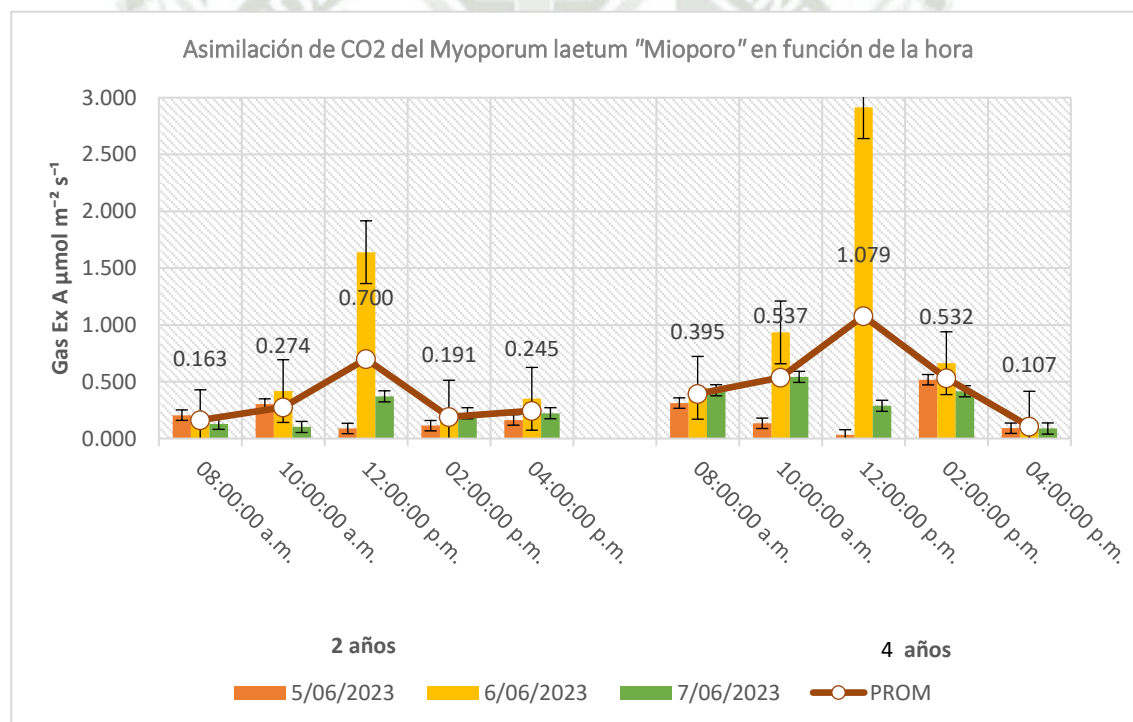


Tabla 75

Asimilación de CO₂ de la especie *Acacia saligna* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Acacia saligna</i>	2 años	08:00:00	0.089	0.116	0.046	0.083
		10:00:00	0.733	0.401	0.432	0.522

4 años	12:00:00	0.120	0.366	0.286	0.257
	14:00:00	0.334	0.513	0.513	0.453
	16:00:00	0.326	0.138	0.187	0.217
	08:00:00	0.107	0.094	0.093	0.098
	10:00:00	0.375	0.273	0.495	0.381
	12:00:00	0.032	0.513	0.039	0.195
	14:00:00	0.092	0.423	0.232	0.249
	16:00:00	0.595	0.194	0.577	0.455

Figura 113

Asimilación de CO₂ de la especie *Acacia Saligna* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

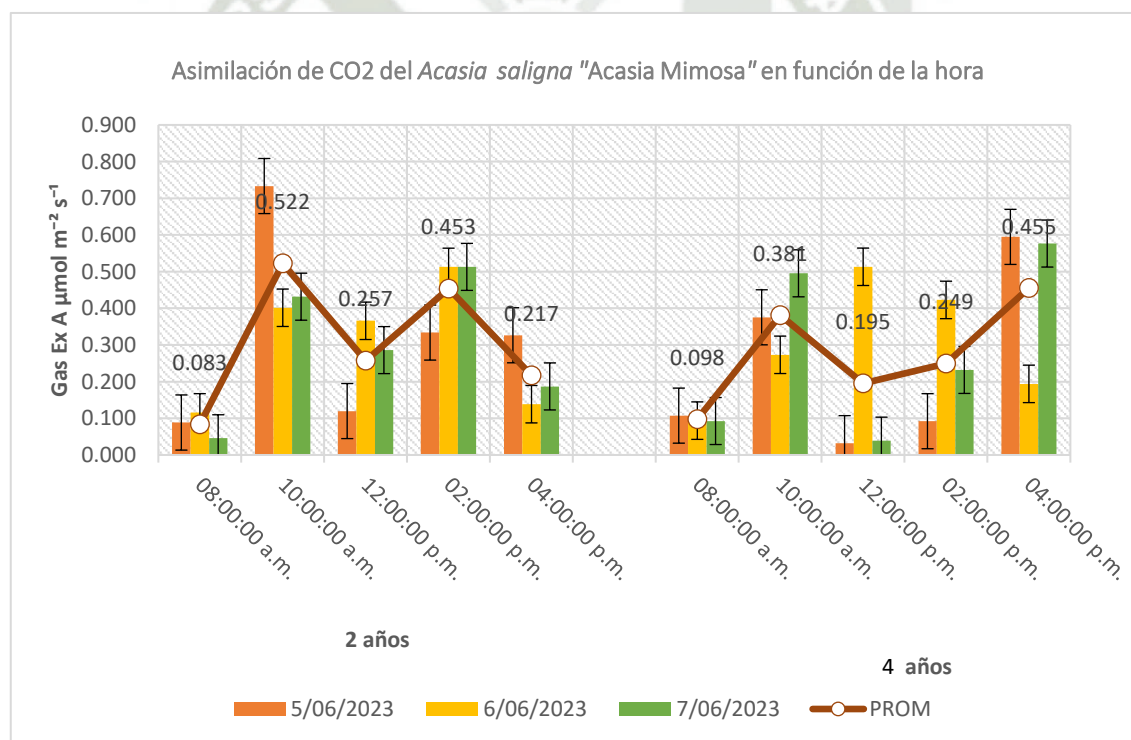


Tabla 76

Asimilación de CO₂ de la especie *Morus nigra* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
2	3	08:00:00	0.900	0.395	0.963	0.753

4 años	10:00:00	0.479	0.634	0.597	0.570
	12:00:00	0.119	1.423	0.328	0.623
	14:00:00	0.239	0.812	0.091	0.381
	16:00:00	0.398	0.374	0.536	0.436
	08:00:00	0.147	0.193	0.115	0.152
	10:00:00	0.505	0.102	0.419	0.342
	12:00:00	0.053	0.305	0.065	0.141
	14:00:00	0.094	0.076	0.070	0.080
	16:00:00	0.432	0.417	0.565	0.472

Figura 114

Asimilación de CO₂ de la especie *Populus deltoides* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

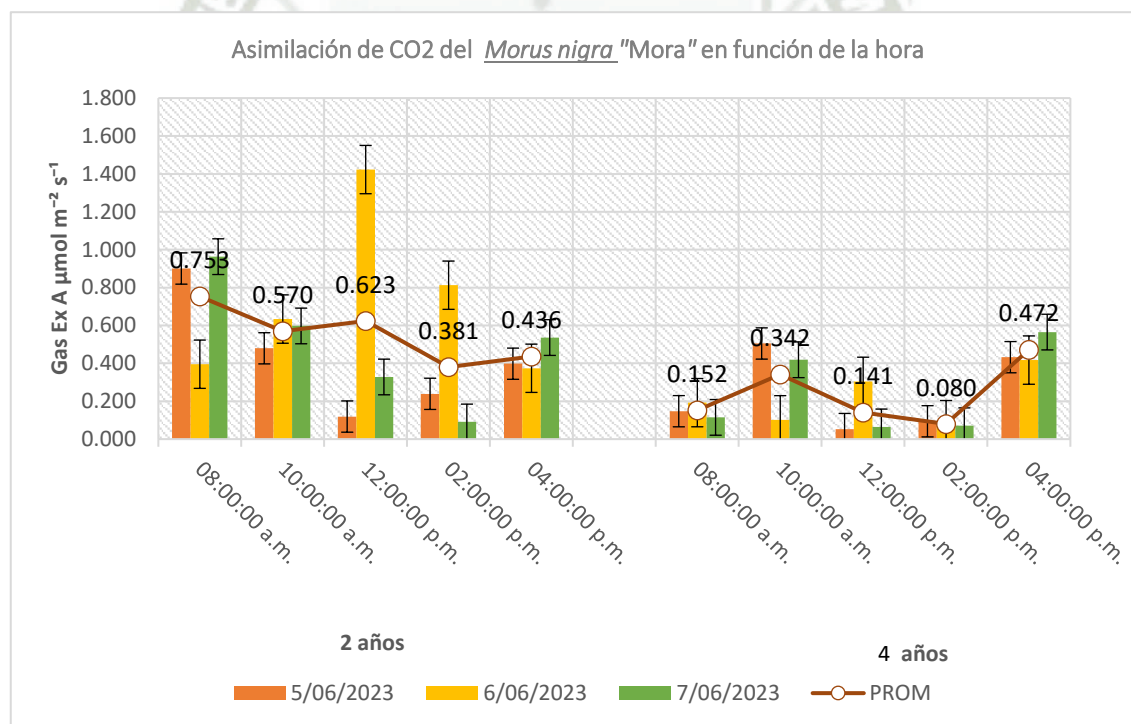


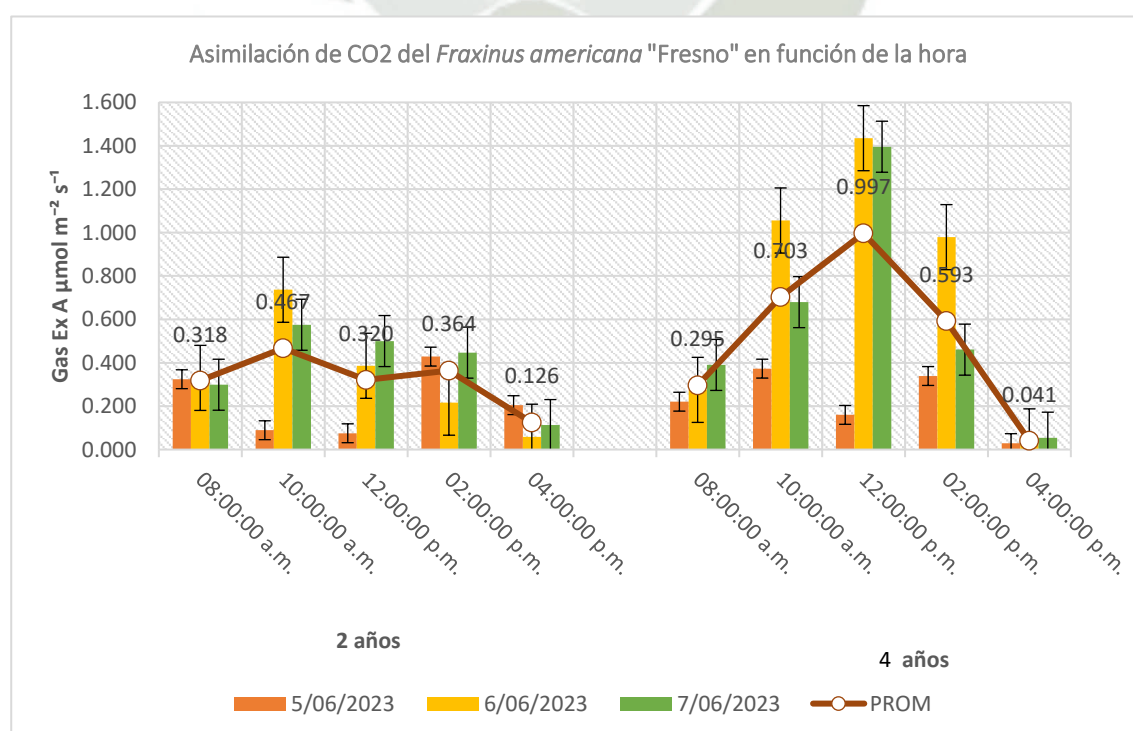
Tabla 77

Asimilación de CO₂ de la especie *Fraxinus americana* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Fraxinus americana</i> "Fresno"	2 años	08:00:00	0.324	0.330	0.299	0.318
		10:00:00	0.089	0.737	0.575	0.467
		12:00:00	0.075	0.386	0.500	0.320
		14:00:00	0.429	0.216	0.447	0.364
		16:00:00	0.205	0.059	0.113	0.126
	4 años	08:00:00	0.221	0.275	0.390	0.295
		10:00:00	0.373	1.056	0.679	0.703
		12:00:00	0.160	1.435	1.396	0.997
		14:00:00	0.339	0.979	0.461	0.593
		16:00:00	0.030	0.038	0.055	0.041

Figura 115

Asimilación de CO₂ de la especie *Fraxinus americana* en función de la hora en los días de medición de temporada seca



RESULTADOS DE PAR EN TEMPORADA SECA

Tabla 78

PAR de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis</i> “Cahuato”	2 años	08:00:00	59.992	99.988	99.994	86.658
		10:00:00	100.001	100.027	99.995	100.008
		12:00:00	599.961	100.003	100.005	266.656
		14:00:00	600.013	99.975	99.999	266.662
		16:00:00	450.024	169.997	170.027	263.349
	4 años	08:00:00	100.056	60.001	60.001	73.353
		10:00:00	599.997	99.989	99.982	266.656
		12:00:00	599.997	100.002	100.004	266.668
		14:00:00	600.002	100.050	100.014	266.688
		16:00:00	170.004	170.009	169.981	169.998

Figura 116

PAR del *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

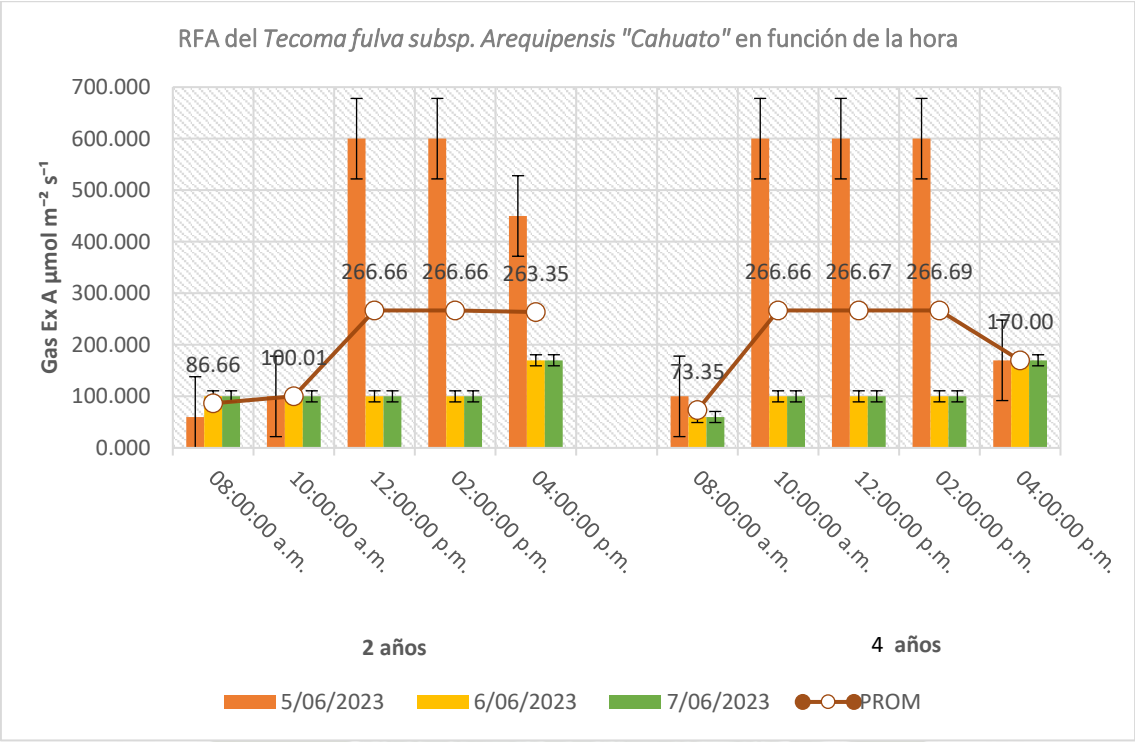


Tabla 79

PAR de la especie *Polylepis rugulosa* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Polylepis rugulosa</i> “ Queñua”	2 años	08:00:00	59.989	99.979	99.985	86.651
		10:00:00	599.985	99.998	99.998	266.660
		12:00:00	599.996	99.955	99.992	266.647
		14:00:00	449.993	169.976	170.008	263.326
		16:00:00	170.008	170.004	170.002	170.005
	4 años	08:00:00	60.005	100.002	100.013	86.674
		10:00:00	100.020	99.999	100.002	100.007
		12:00:00	600.028	100.001	100.001	266.677
		14:00:00	449.964	170.006	170.009	263.326
		16:00:00	170.001	169.934	169.977	169.971

Figura 117

PAR la especie *Polylepis rugulosa* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

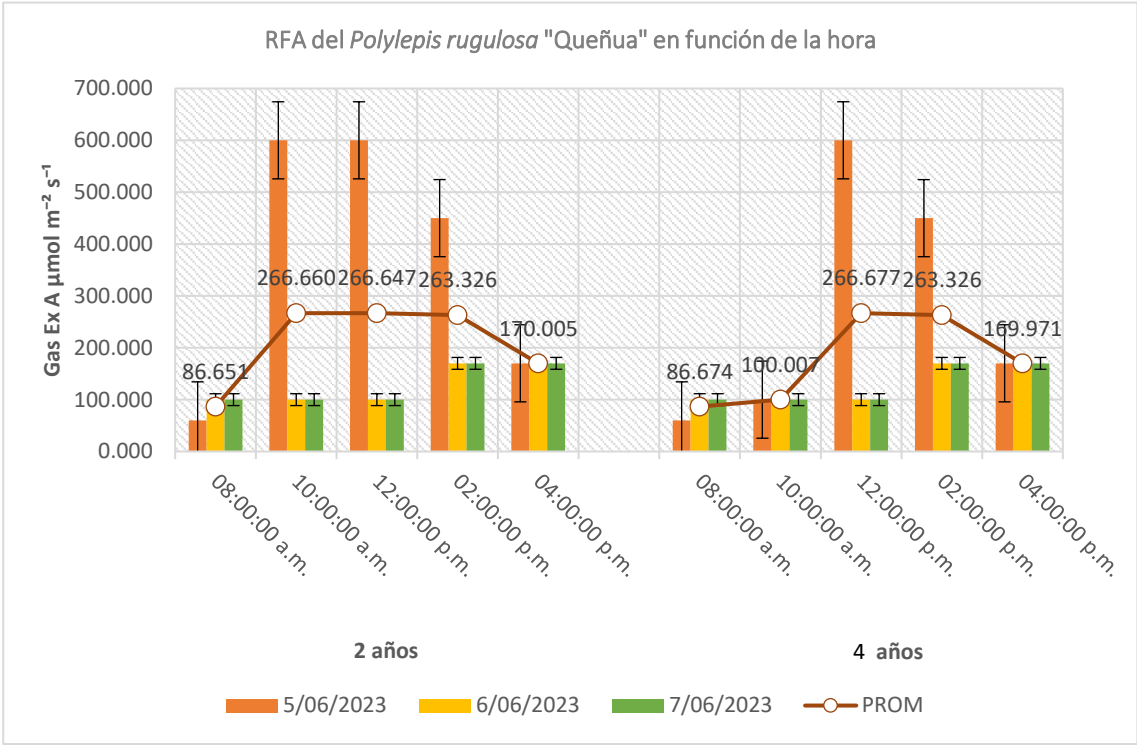


Tabla 80

PAR de la especie *Schinus Molle* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
			3			
<i>Schinus Molle</i> " Molle Serrano"	2 años	08:00:00	60.005	100.007	100.000	86.671
		10:00:00	100.026	99.968	99.983	99.992
		12:00:00	600.055	100.005	100.002	266.687
		14:00:00	599.975	100.023	99.991	266.663
		16:00:00	449.964	449.978	449.987	449.976
	4 años	08:00:00	59.951	60.054	60.043	60.016
		10:00:00	699.959	100.004	100.005	299.989
		12:00:00	600.002	100.012	99.994	266.669
		14:00:00	600.016	99.995	100.006	266.673
		16:00:00	449.994	450.009	449.998	450.000

Figura 118

PAR la especie *Schinus Molle* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

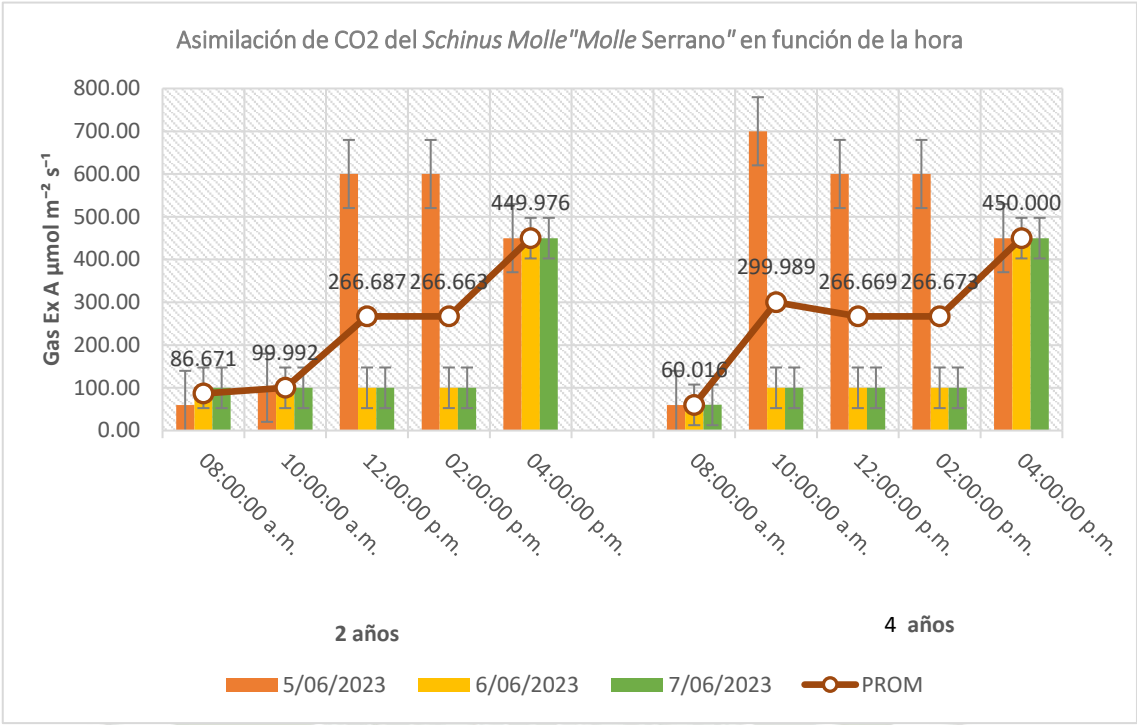


Tabla 81

PAR de la especie *Buddleja coriácea* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Buddleja coriácea</i> “ Qolle”	2 años	08:00:00	60.006	100.025	100.025	86.685
		10:00:00	599.984	100.000	100.003	266.662
		12:00:00	600.000	100.018	99.996	266.672
		14:00:00	449.994	100.030	99.996	216.674
		16:00:00	170.054	169.929	169.973	169.985
	4 años	08:00:00	60.027	99.993	100.006	86.675
		10:00:00	600.017	99.997	99.997	266.670
		12:00:00	599.969	99.999	99.995	266.654
		14:00:00	450.023	169.979	169.979	263.327
		16:00:00	169.977	170.122	170.043	170.047

Figura 119

PAR de la especie *Buddleja coriácea* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

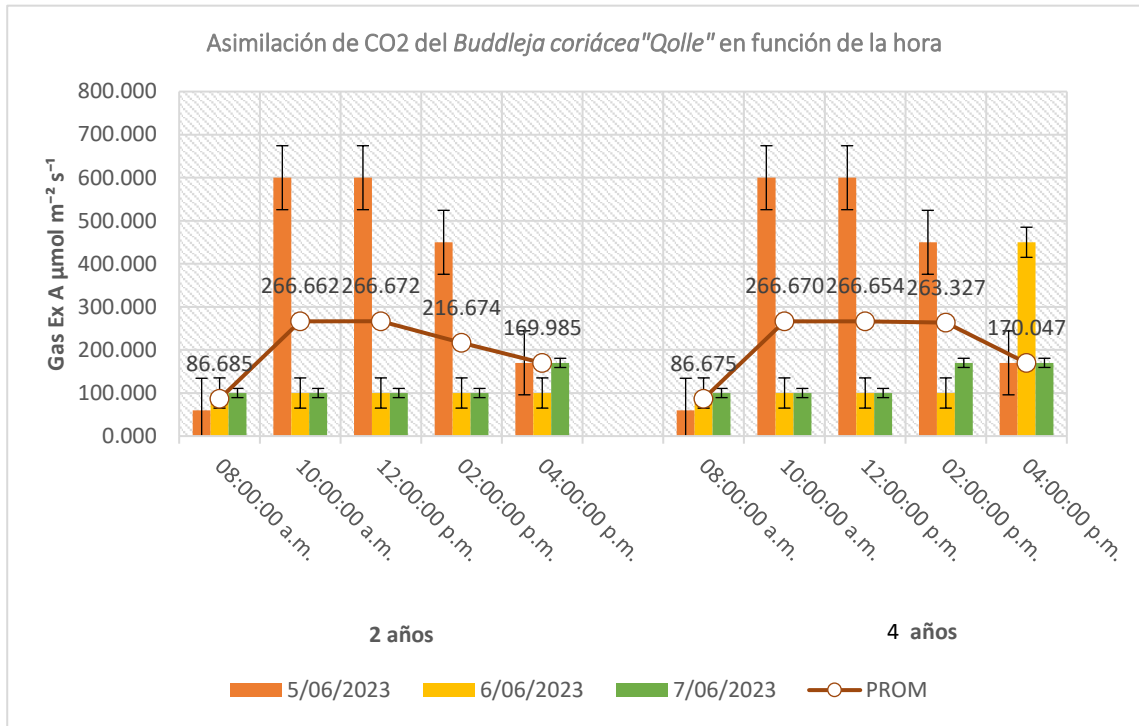


Tabla 82

PAR de la especie *Neltuma calderensis* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Neltuma calderensis</i> "Yara"	2 años	08:00:00	60.004	100.001	100.001	86.669
		10:00:00	699.975	99.981	100.001	299.985
		12:00:00	599.997	100.001	100.000	266.666
		14:00:00	449.971	100.003	100.004	216.659
		16:00:00	450.005	100.000	99.999	216.668
	4 años	08:00:00	60.024	99.995	99.995	86.671
		10:00:00	599.996	99.996	99.999	266.664
		12:00:00	599.994	99.995	99.996	266.662
		14:00:00	450.000	100.038	99.990	216.676
		16:00:00	450.044	450.023	449.999	450.022

Figura 120

PAR de la especie *Neltuma calderensis* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

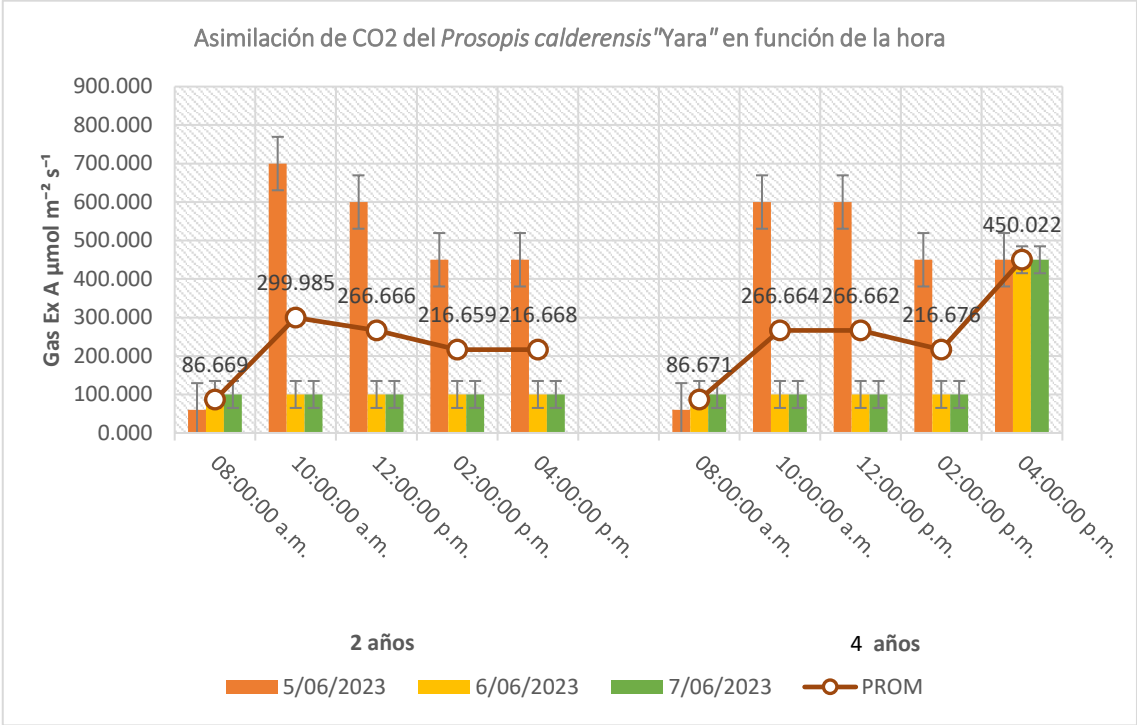


Tabla 83

PAR de la especie *Populus deltoides* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Populus deltoides</i> "Alamo"	2 años	08:00:00	59.985	60.013	59.992	59.996
		10:00:00	599.939	99.950	99.984	266.624
		12:00:00	600.010	59.972	86.634	248.872
		14:00:00	450.006	99.990	99.989	216.662
		16:00:00	99.998	100.022	99.990	100.003
	4 años	08:00:00	59.985	59.936	59.971	59.964
		10:00:00	599.993	1000.009	999.990	866.664
		12:00:00	600.038	99.985	99.985	266.670
		14:00:00	450.019	100.038	99.999	216.685
		16:00:00	99.973	100.009	100.005	99.996

Figura 121

PAR de la especie *Populus deltoides* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

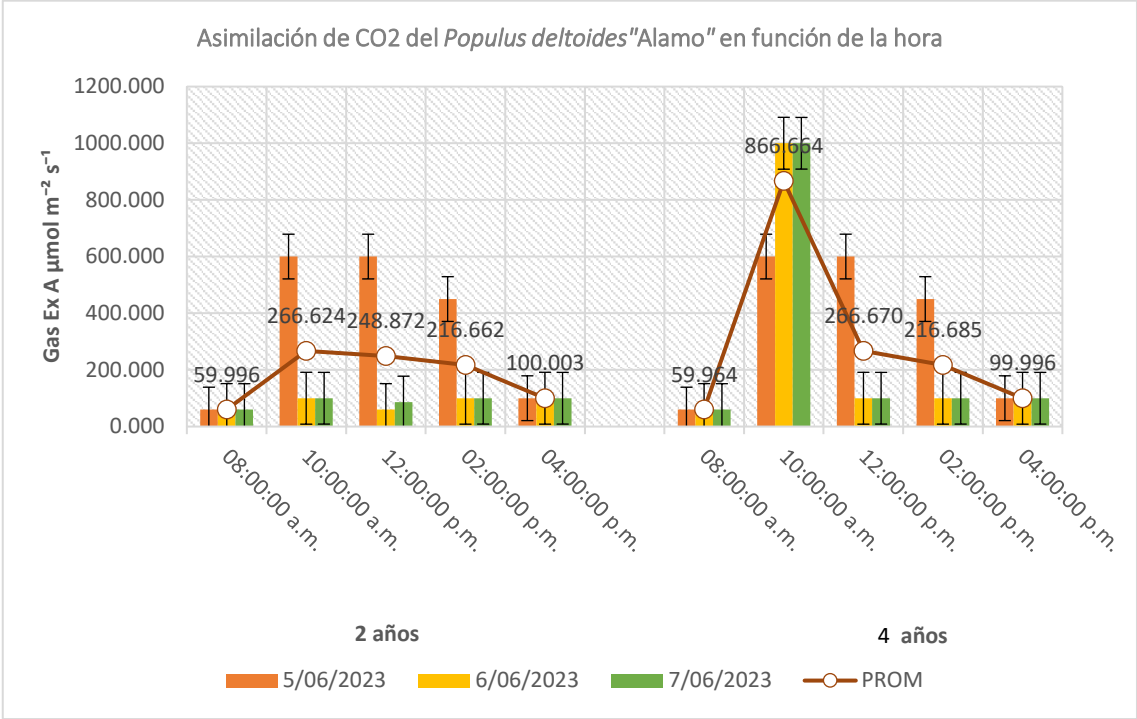


Tabla 84

PAR de la especie *Myoporum laetum* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Myoporum laetum</i> “ Mioporo”	2 años	08:00:00	100.000	100.004	100.008	100.004
		10:00:00	600.009	99.964	99.982	266.652
		12:00:00	600.024	99.964	99.970	266.652
		14:00:00	450.002	169.982	169.955	263.313
		16:00:00	169.972	169.995	169.996	169.988
	4 años	08:00:00	100.024	100.002	100.000	100.009
		10:00:00	600.022	99.982	99.981	266.662
		12:00:00	600.004	99.976	99.987	266.656
		14:00:00	450.007	169.912	169.959	263.293
		16:00:00	169.982	170.031	170.016	170.010

Figura 122

PAR de la especie *Myoporum laetum* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

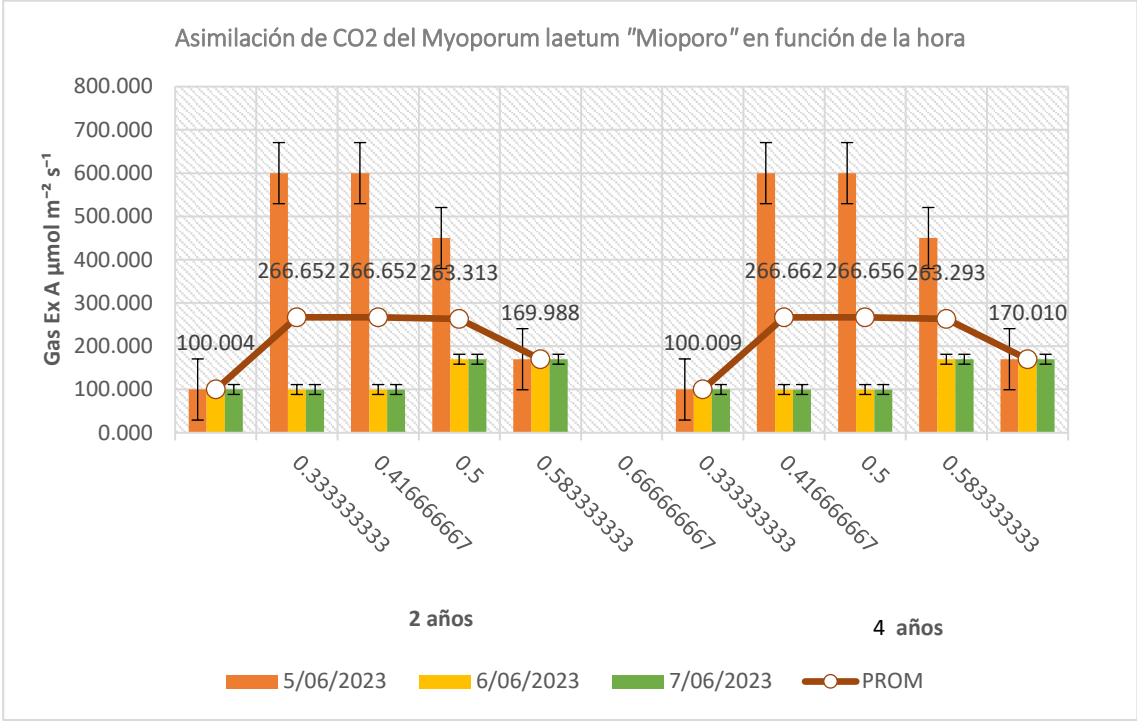


Tabla 85

PAR de la especie *Acacia saligna* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
Acacia saligna "Acacia Mimosa"	2 años	08:00:00	60.001	60.003	60.002	60.002
		10:00:00	699.976	99.978	99.984	299.980
		12:00:00	600.000	100.000	100.001	266.667
		14:00:00	450.034	99.991	99.997	216.674
		16:00:00	450.001	449.997	450.001	449.999
	4 años	08:00:00	60.001	99.963	99.979	86.648
		10:00:00	600.016	999.995	999.991	866.667
		12:00:00	600.000	99.973	99.994	266.656
		14:00:00	450.057	100.002	100.000	216.687
		16:00:00	449.974	449.555	450.034	449.854

Figura 123

PAR de la especie *Acasia Saligna* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

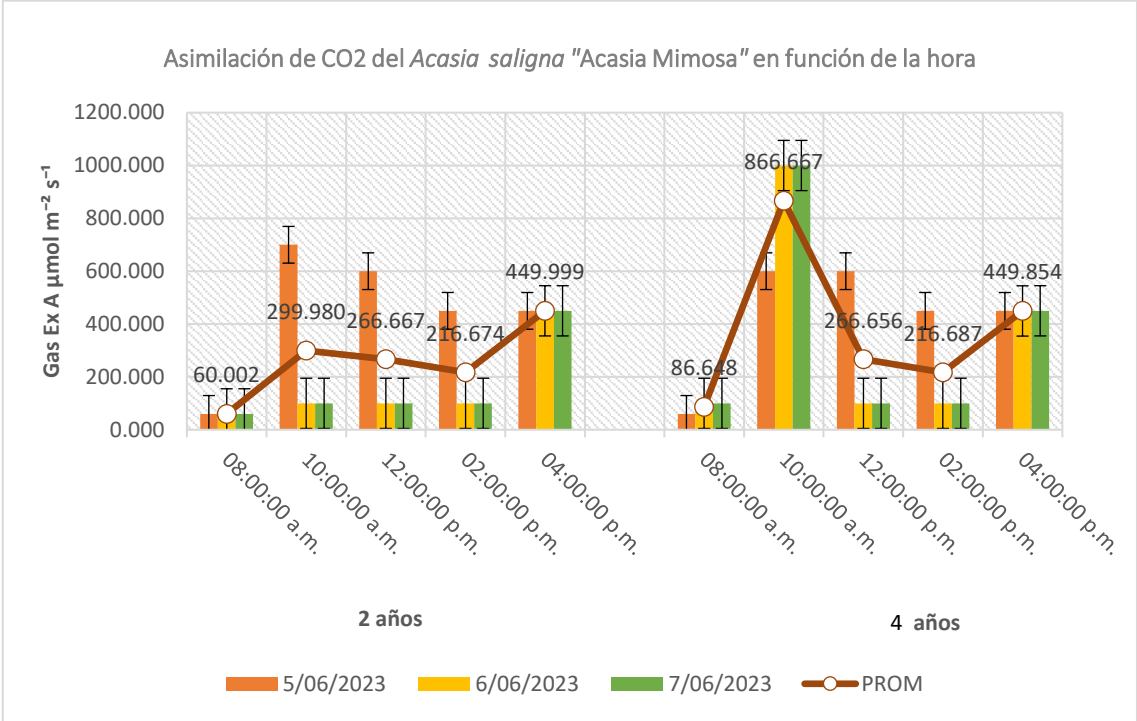


Tabla 86

PAR de la especie *Morus nigra* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Morus nigra</i> "Mora"	2 años	08:00:00	59.983	99.985	99.990	86.652
		10:00:00	600.028	100.028	100.000	266.685
		12:00:00	599.953	100.020	99.994	266.656
		14:00:00	450.027	170.003	169.999	263.343
		16:00:00	169.997	170.024	170.017	170.012
	4 años	08:00:00	60.000	100.020	100.010	86.677
		10:00:00	600.007	99.996	100.012	266.672
		12:00:00	599.956	99.973	99.986	266.638
		14:00:00	449.999	170.029	170.018	263.348
		16:00:00	170.009	169.988	169.993	169.996

Figura 124

PAR de la especie *Populus deltoides* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

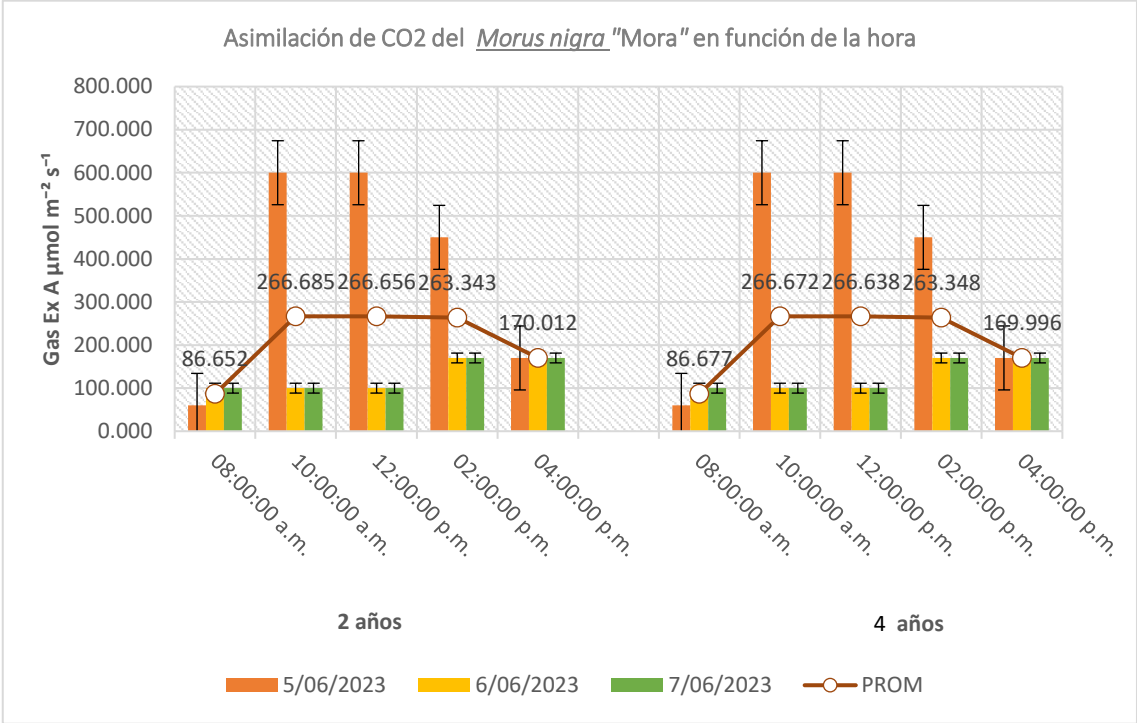


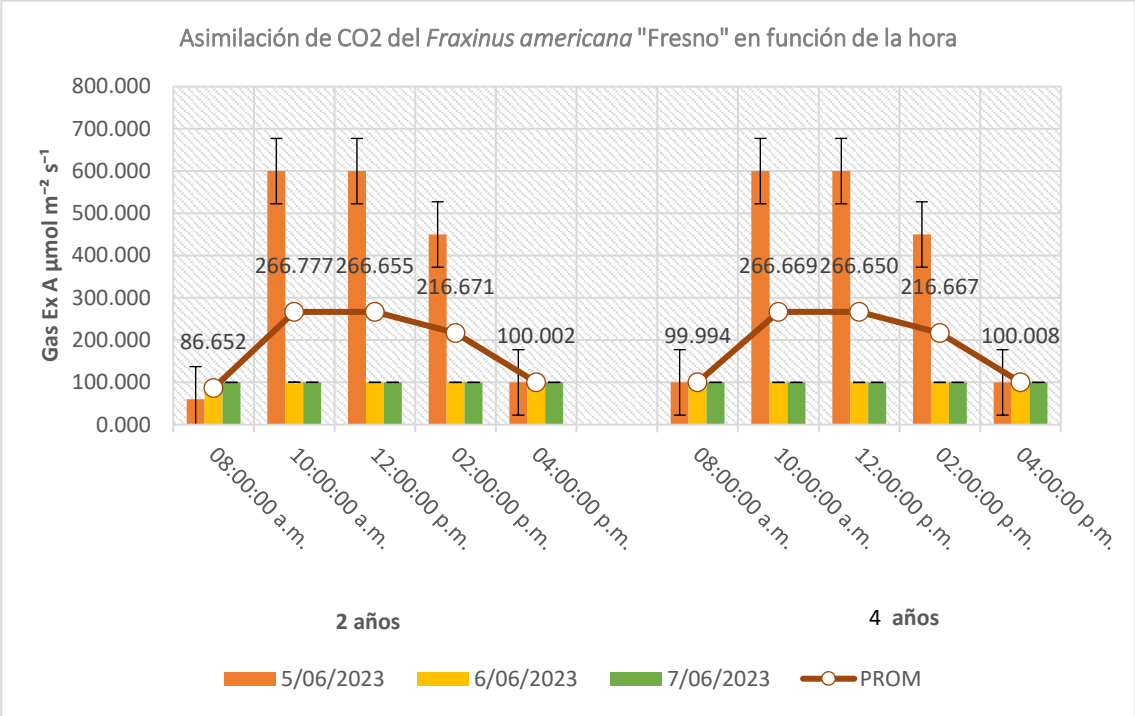
Tabla 87

PAR de la especie *Fraxinus americana* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Fraxinus americana</i> “ Fresno”	2 años	08:00:00	60.002	99.974	99.979	86.652
		10:00:00	599.973	100.257	100.101	266.777
		12:00:00	599.952	100.005	100.007	266.655
		14:00:00	449.989	100.020	100.004	216.671
		16:00:00	99.999	100.004	100.003	100.002
	4 años	08:00:00	100.004	99.977	100.001	99.994
		10:00:00	600.007	100.000	99.999	266.669
		12:00:00	600.029	99.939	99.981	266.650
		14:00:00	450.002	100.003	99.996	216.667
		16:00:00	100.000	100.019	100.005	100.008

Figura 125

PAR de la especie *Fraxinus americana* en función de la hora en los días de medición de temporada seca



RESULTADOS DE INTENSIDAD DE LUZ SOLAR EN TEMPORADA SECA

Tabla 88

Intensidad de la luz solar de la especie *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Tecoma fulva subsp. arequipensis</i> “Cahuato”	2 años	08:00:00	60.475	155.321	94.405	103.400
		10:00:00	683.976	667.055	625.632	658.887
		12:00:00	675.275	638.202	618.394	643.957
		14:00:00	600.013	557.591	542.197	566.600
		16:00:00	50.343	109.148	102.956	87.482
	4 años	08:00:00	649.058	99.755	91.310	280.041
		10:00:00	649.058	737.980	694.875	693.971
		12:00:00	101.079	599.054	511.663	403.932
		14:00:00	408.017	545.622	539.570	497.736
		16:00:00	34.343	48.535	51.418	44.766

Figura 126

Intensidad de la luz solar del *Tecoma fulva subsp. arequipensis* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

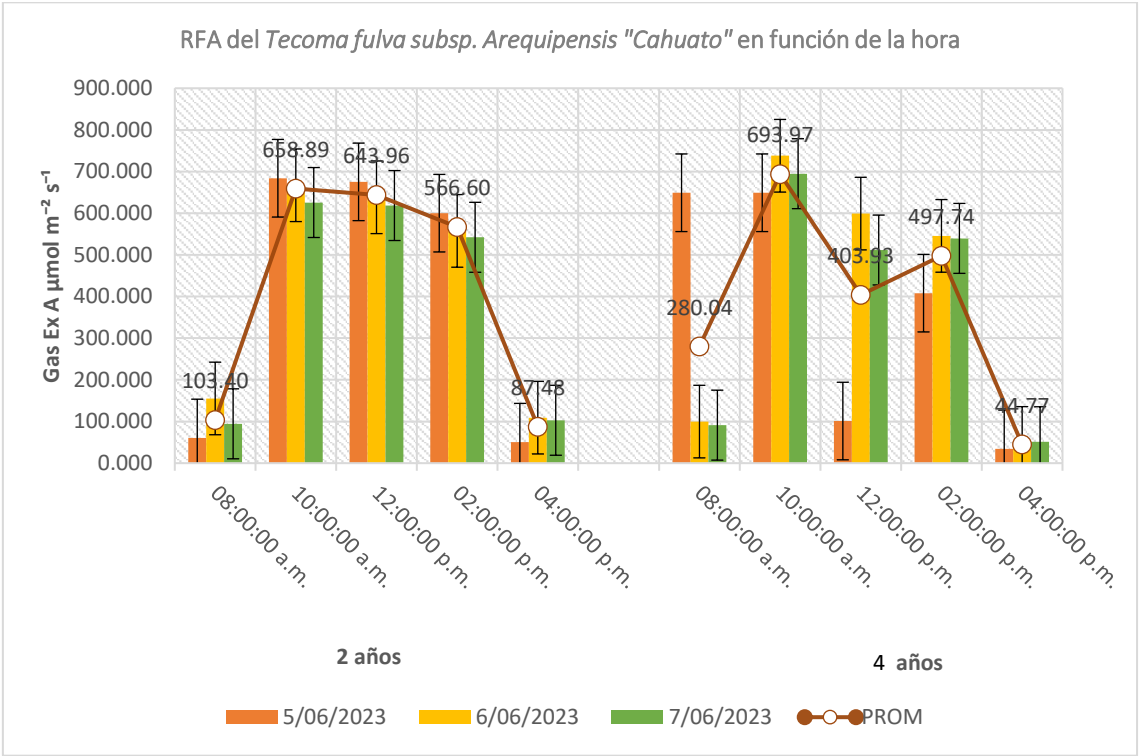


Tabla 89

Intensidad de la luz solar de la especie *Polylepis rugulosa* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Polylepis rugulosa</i> “ Queñua”	2 años	08:00:00	654.418	482.548	472.728	536.565
		10:00:00	631.304	640.948	669.157	647.136
		12:00:00	694.865	589.981	561.828	615.558
		14:00:00	267.520	127.997	127.560	174.359
		16:00:00	5.377	4.199	4.539	4.705
	4 años	08:00:00	536.108	440.601	451.534	476.081
		10:00:00	736.508	732.763	725.993	731.755
		12:00:00	682.365	556.287	558.927	599.193
		14:00:00	287.954	74.772	78.949	147.225
		16:00:00	1.641	2.138	2.538	2.106

Figura 127

Intensidad de la luz solar de la especie *Polylepis rugulosa* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

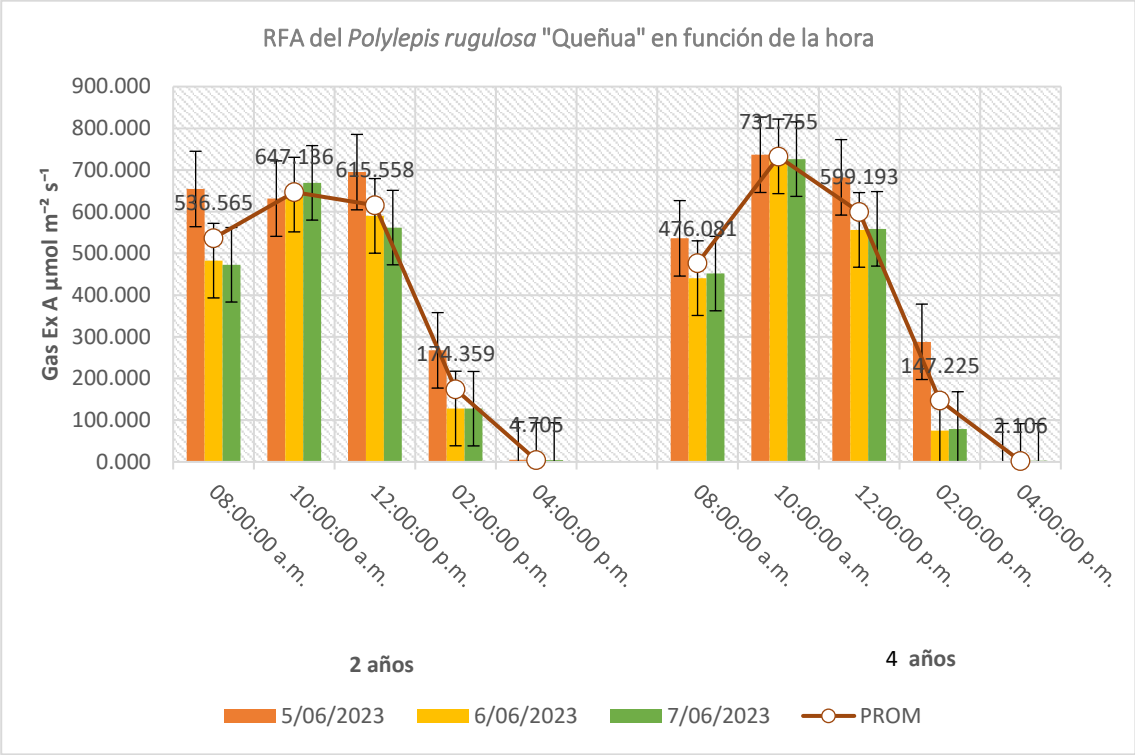


Tabla 90

Intensidad de la luz solar de la especie *Schinus Molle* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Schinus Molle</i> "Molle Serrano"	2 años	08:00:00	365.801	72.651	98.339	178.930
		10:00:00	103.981	648.124	619.439	457.181
		12:00:00	606.149	610.429	633.709	616.762
		14:00:00	432.136	558.884	557.273	516.098
		16:00:00	42.791	42.066	42.386	42.414
	4 años	08:00:00	950.101	1114.609	1056.161	1040.290
		10:00:00	646.420	624.476	667.232	646.043
		12:00:00	173.277	711.631	677.371	520.760
		14:00:00	419.127	572.527	538.377	510.010
		16:00:00	33.624	33.196	32.978	33.266

Figura 128

Intensidad de la luz solar de la especie *Schinus Molle* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

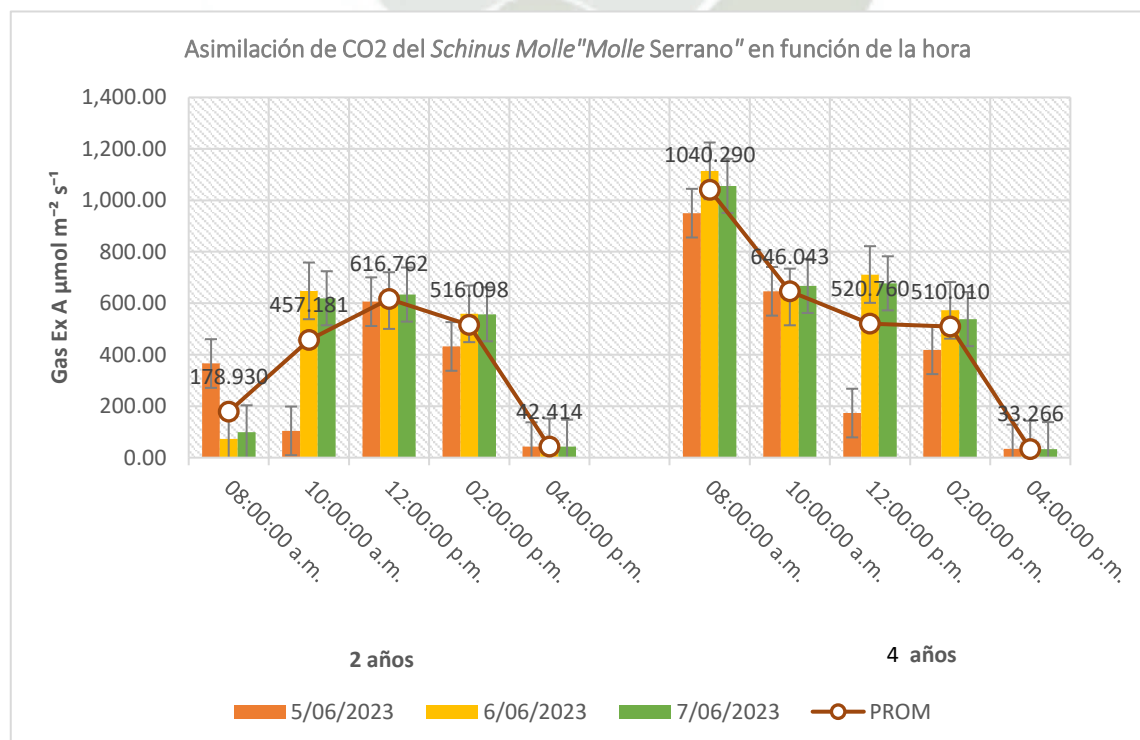


Tabla 91

Intensidad de la luz solar de la especie *Buddleja coriácea* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Buddleja coriácea</i> “ Qolle”	2 años	08:00:00	575.097	263.092	263.092	367.094
		10:00:00	685.139	719.498	737.550	714.062
		12:00:00	462.567	506.996	512.433	493.999
		14:00:00	319.254	277.529	260.294	285.692
		16:00:00	0.438	0.602	0.681	0.574
	4 años	08:00:00	629.675	386.360	417.952	477.996
		10:00:00	666.661	562.720	577.800	602.394
		12:00:00	576.470	822.075	806.953	735.166
		14:00:00	144.435	131.633	134.716	136.928
		16:00:00	0.274	0.274	0.274	0.274

Figura 129

Intensidad de la luz solar de la especie *Buddleja coriácea* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

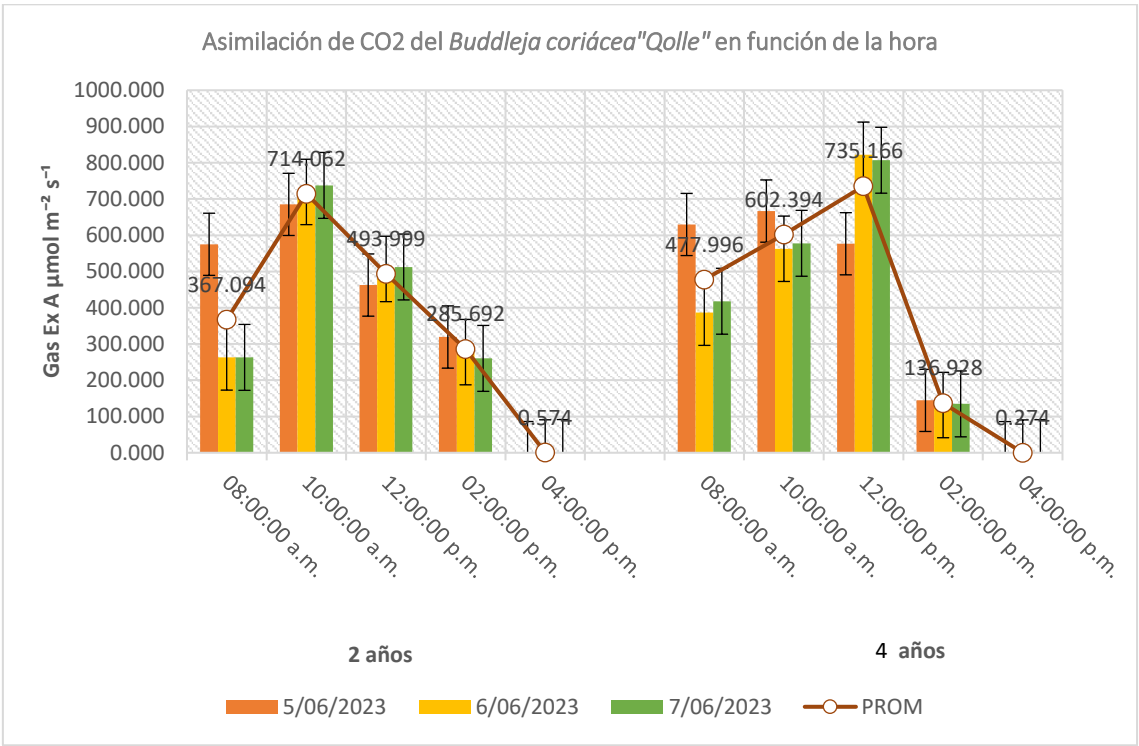


Tabla 92

Intensidad de la luz solar de la especie *Neltuma calderensis* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Neltuma calderensis</i> “ Yara”	2 años	08:00:00	1081.060	61.713	107.709	416.827
		10:00:00	722.934	549.752	537.967	603.551
		12:00:00	652.173	641.127	652.902	648.734
		14:00:00	352.792	510.076	527.249	463.372
		16:00:00	27.433	4.151	4.355	11.980
	4 años	08:00:00	54.671	107.643	107.643	89.986
		10:00:00	637.486	305.853	392.670	445.336
		12:00:00	679.663	538.858	566.457	594.993
		14:00:00	78.360	514.285	512.977	368.541
		16:00:00	32.469	31.538	31.897	31.968

Figura 130

Intensidad de la luz solar de la especie *Neltuma calderensis* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

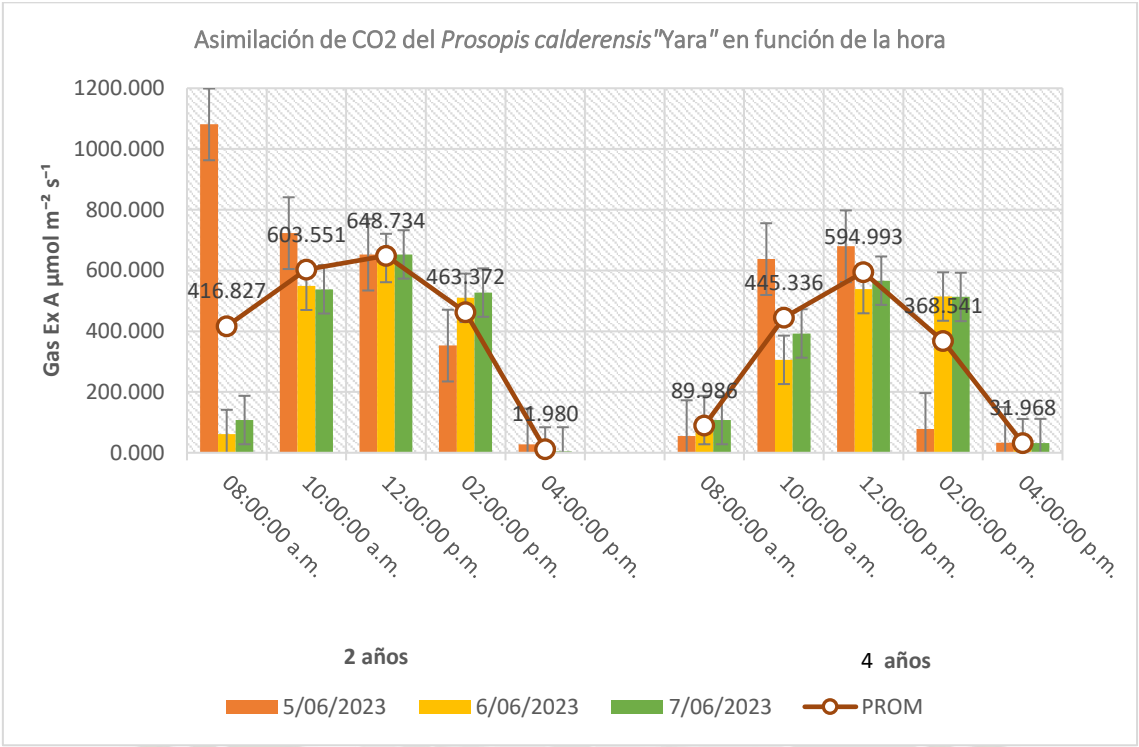


Tabla 93

Intensidad de la luz solar de la especie *Populus deltoides* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Populus deltoides</i> "Alamo"	2 años	08:00:00	549.940	545.055	544.498	546.498
		10:00:00	728.764	587.668	596.901	637.778
		12:00:00	705.529	623.870	571.526	633.642
		14:00:00	58.983	335.206	336.977	243.722
		16:00:00	28.437	28.962	29.141	28.847
	4 años	08:00:00	654.169	661.437	644.834	653.480
		10:00:00	578.242	561.805	527.996	556.014
		12:00:00	690.349	724.483	724.489	713.107
		14:00:00	78.658	192.829	201.863	157.783
		16:00:00	33.583	34.296	35.657	34.512

Figura 131

Intensidad de la luz solar de la especie *Populus deltoides* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

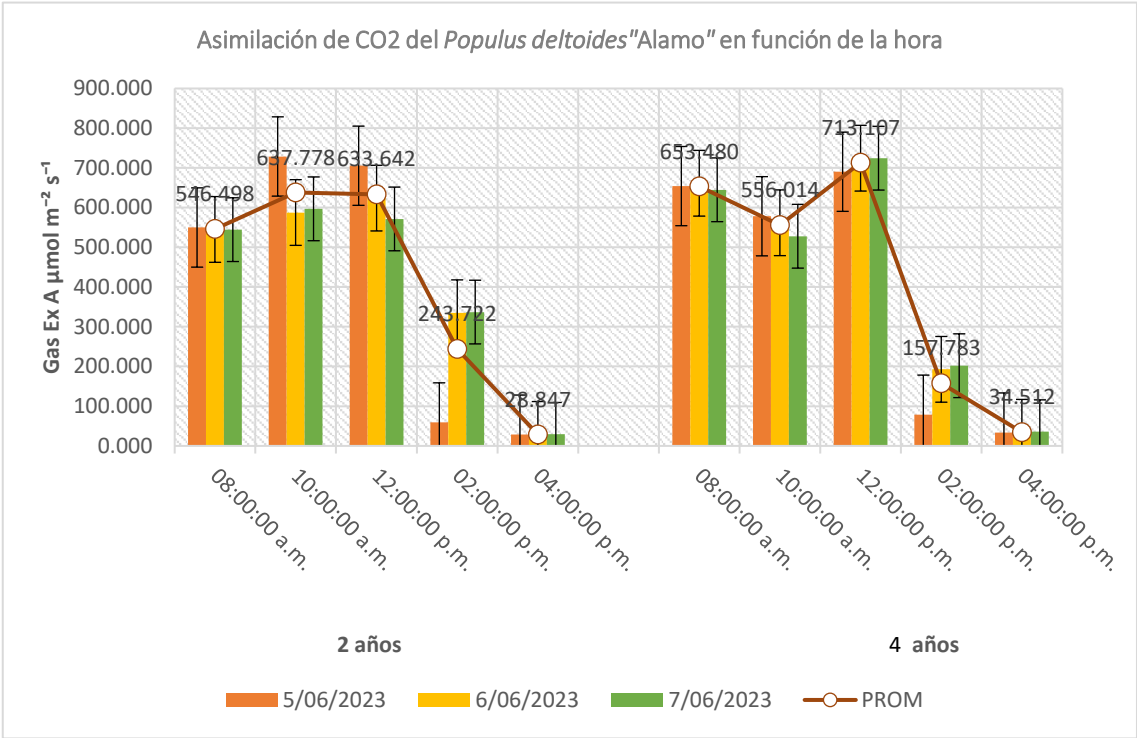


Tabla 94

Intensidad de la luz solar de la especie *Myoporum laetum* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Myoporum laetum</i> “ Mioporo”	2 años	08:00:00	409.833	414.829	413.661	412.774
		10:00:00	587.838	675.959	650.067	637.955
		12:00:00	688.848	569.876	571.840	610.188
		14:00:00	194.334	38.903	40.167	91.135
		16:00:00	25.306	29.942	31.320	28.856
	4 años	08:00:00	551.340	589.686	544.269	561.765
		10:00:00	687.724	730.187	719.290	712.401
		12:00:00	646.138	548.972	536.226	577.112
		14:00:00	260.865	30.961	31.416	107.747

	16:00:00	16.577	18.399	18.676	17.884
--	----------	--------	--------	--------	---------------

Figura 132

Intensidad de la luz solar de la especie *Myoporum laetum* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

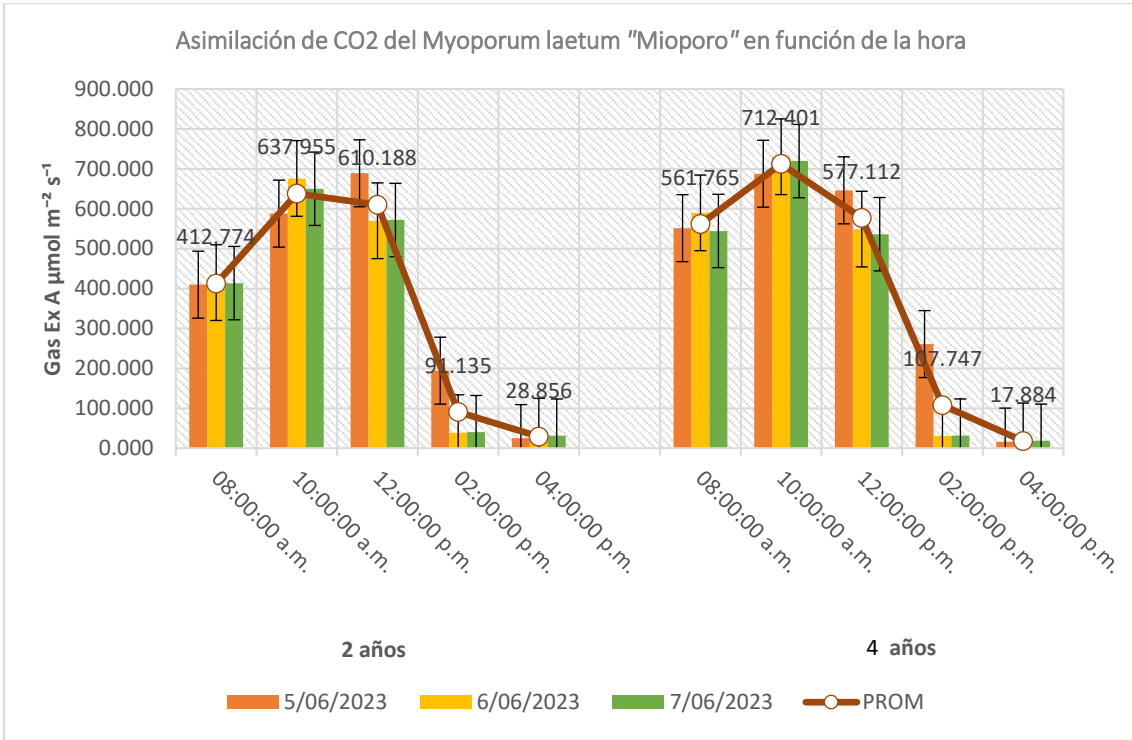


Tabla 95

Intensidad de la luz solar de la especie *Acacia saligna* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Acacia saligna</i> "Acacia Mimosa"	2 años	08:00:00	504.691	950.531	860.698	771.973
		10:00:00	651.541	617.039	607.579	625.386
		12:00:00	700.629	906.357	834.889	813.958
		14:00:00	140.932	473.991	477.290	364.071
		16:00:00	43.943	42.543	43.779	43.422
	4 años	08:00:00	532.614	574.548	557.699	554.953
		10:00:00	646.876	683.047	689.424	673.116
		12:00:00	634.065	877.023	822.022	777.703

14:00:00	167.697	435.469	453.827	352.331
16:00:00	32.294	20.740	24.253	25.762

Figura 133

Intensidad de la luz solar de la especie *Acacia Saligna* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

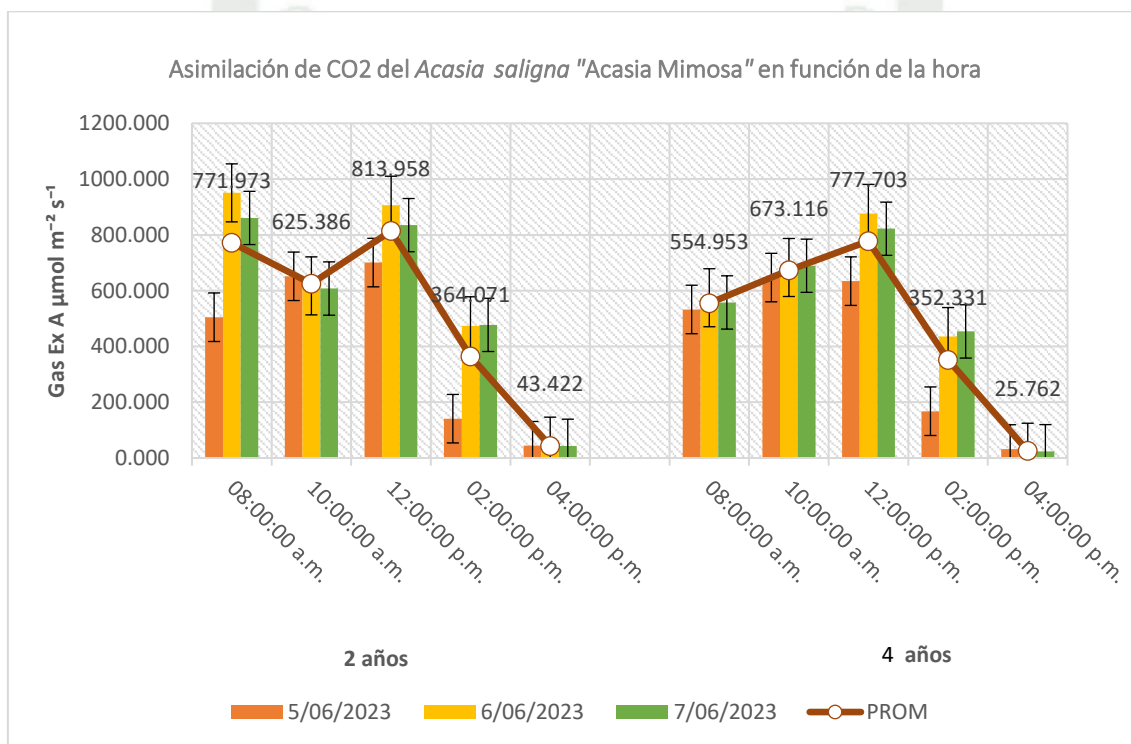


Tabla 96

Intensidad de la luz solar de la especie *Morus nigra* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Morus nigra</i> "Mora"	2 años	08:00:00	626.819	498.138	507.400	544.119
		10:00:00	524.275	726.946	746.952	666.058
		12:00:00	636.406	536.093	551.243	574.580
		14:00:00	132.840	96.410	92.333	107.194
		16:00:00	14.622	16.148	16.461	15.744
	4 años	08:00:00	756.812	546.308	548.978	617.366
		10:00:00	498.410	662.110	657.231	605.917

12:00:00	565.301	752.007	758.558	691.955
14:00:00	151.104	99.665	104.396	118.388
16:00:00	7.931	9.641	9.822	9.131

Figura 134

Intensidad de la luz solar de la especie *Morus nigra* en función de la hora en los días de medición de temporada seca

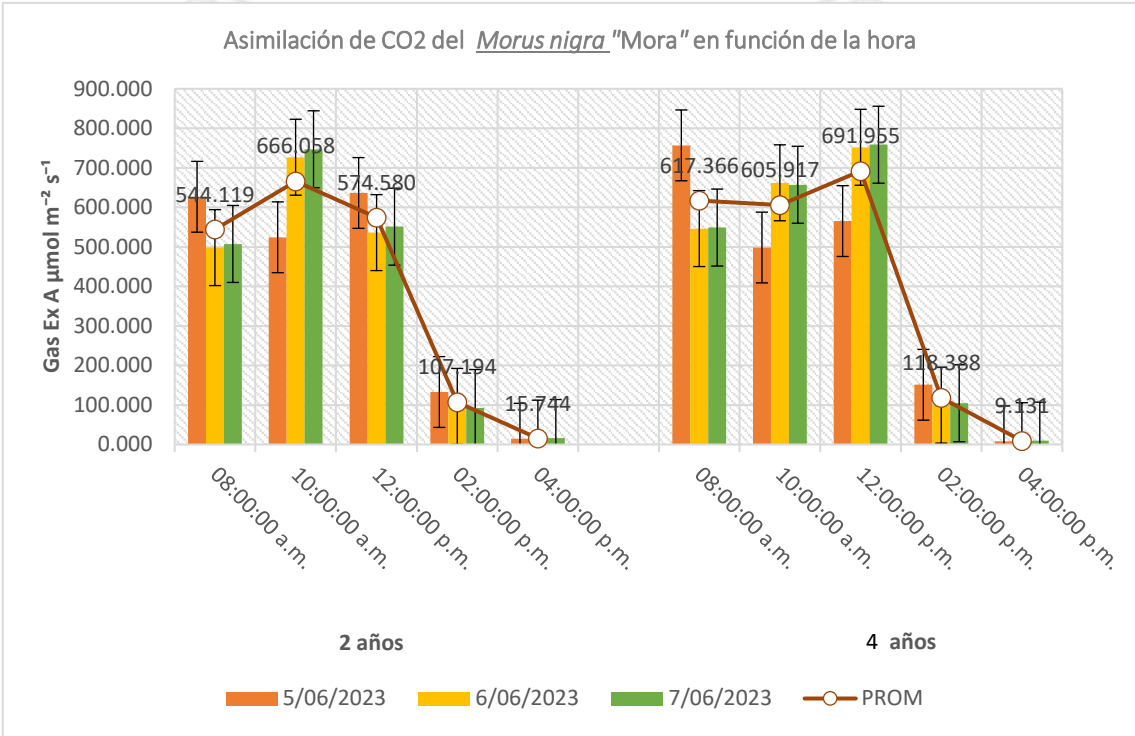


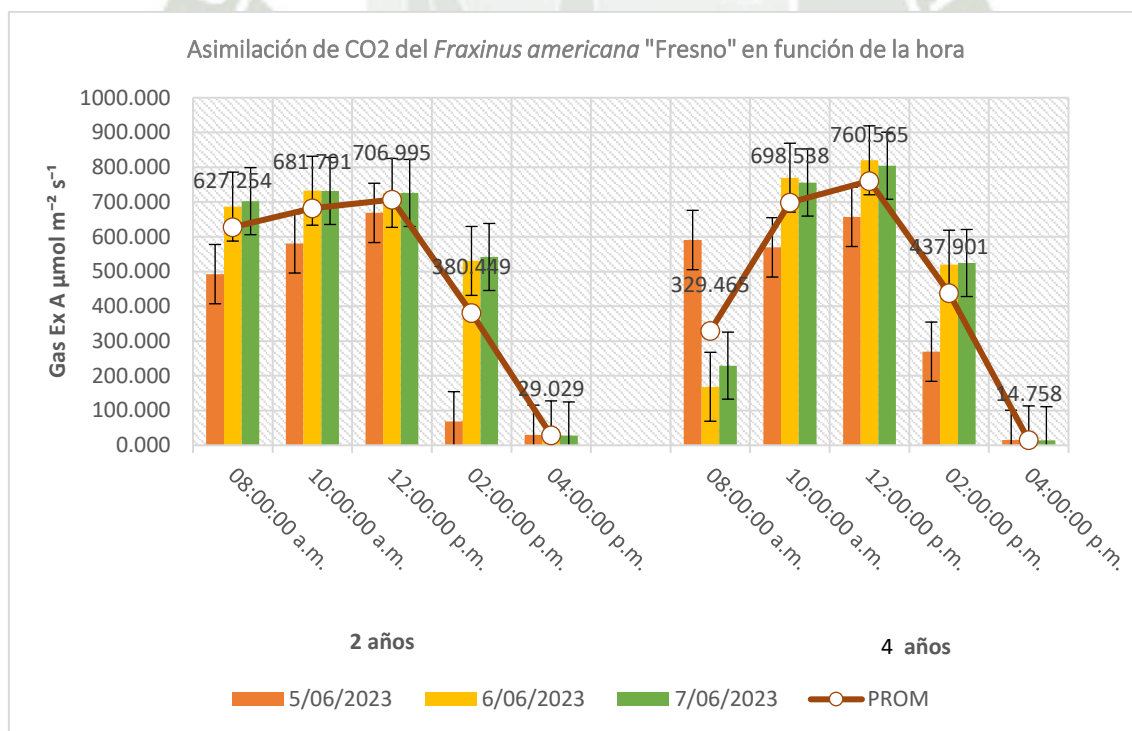
Tabla 97

Intensidad de la luz solar de la especie *Fraxinus americana* en los días de medición de temporada seca

ESPECIE	EDAD	HORA	14/02/2023	15/02/2023	16/02/2023	PROM
<i>Fraxinus americana</i> “ Fresno”	2 años	08:00:00	492.470	686.845	702.447	627.254
		10:00:00	581.073	732.485	731.815	681.791
		12:00:00	668.692	726.247	726.045	706.995
		14:00:00	68.995	530.525	541.826	380.449
		16:00:00	30.303	28.564	28.220	29.029
	4 años	08:00:00	590.665	168.447	229.283	329.465
		10:00:00	569.591	769.948	756.075	698.538
		12:00:00	657.306	819.969	804.419	760.565
		14:00:00	269.411	519.779	524.513	437.901
		16:00:00	15.575	14.134	14.566	14.758

Figura 135

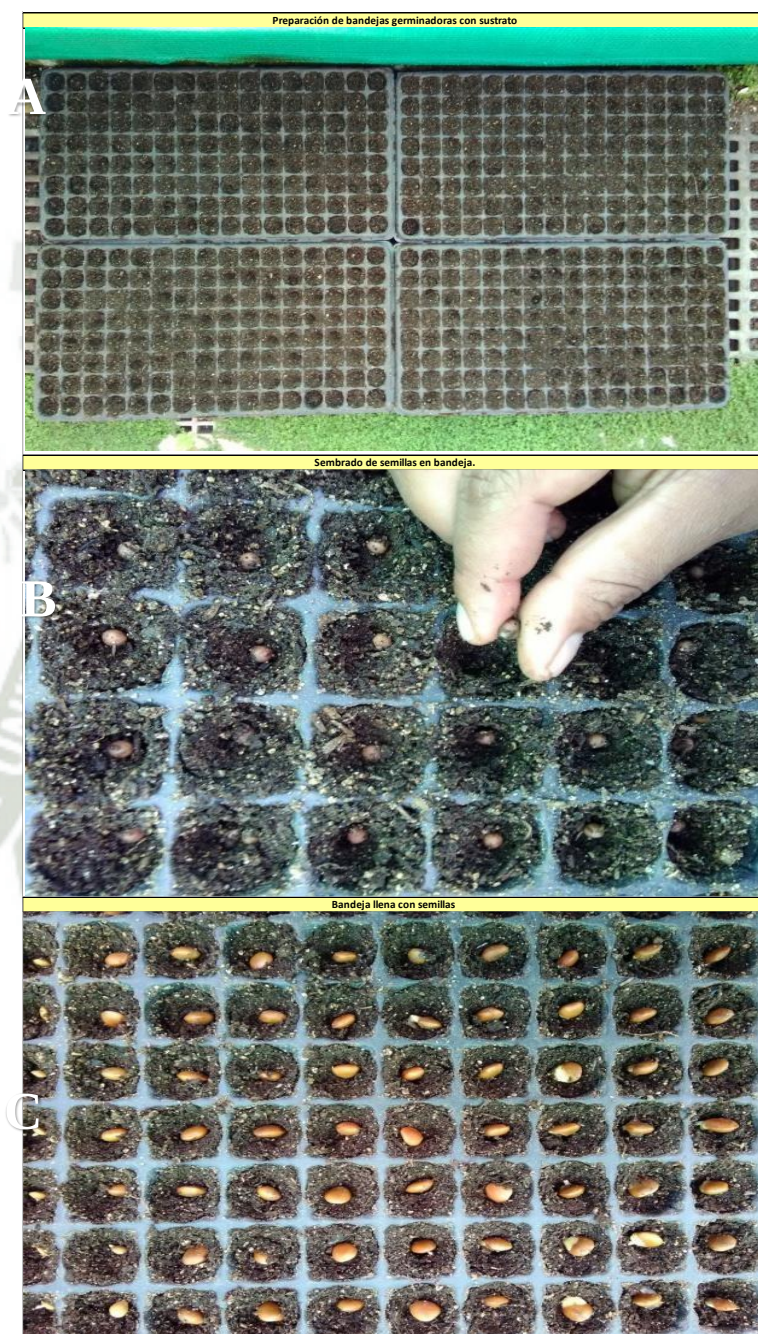
Intensidad de la luz solar de la especie *Fraxinus americana* en función de la hora en los días de medición de temporada seca



ANEXO 19: GALERIA FOTOGRÁFICA – SEMBRADO, PREPARACIÓN Y TRANSPLANTE EN BOLSAS DE POLIETILENO

Figura 136

Sembrado de semillas en bandejas



Nota: A: Preparación de bandejas germinadoras con sustrato, B: Sembrado de semillas en bandejas, C: Bandeja llena con semillas.

Figura 137

Preparación de plántulas y trasplante en bolsas de polietileno



Nota: A: Plántulas antes de su trasplante a bolsas de polietileno, B: Esqueje enraizado en bandeja germinadora listo para su trasplante, C: Trasplante de plantas a bolsas germinadoras

ANEXO 20: GALERIA FOTOGRÁFICA – MUESTRAS PRENSADAS PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Figura 138

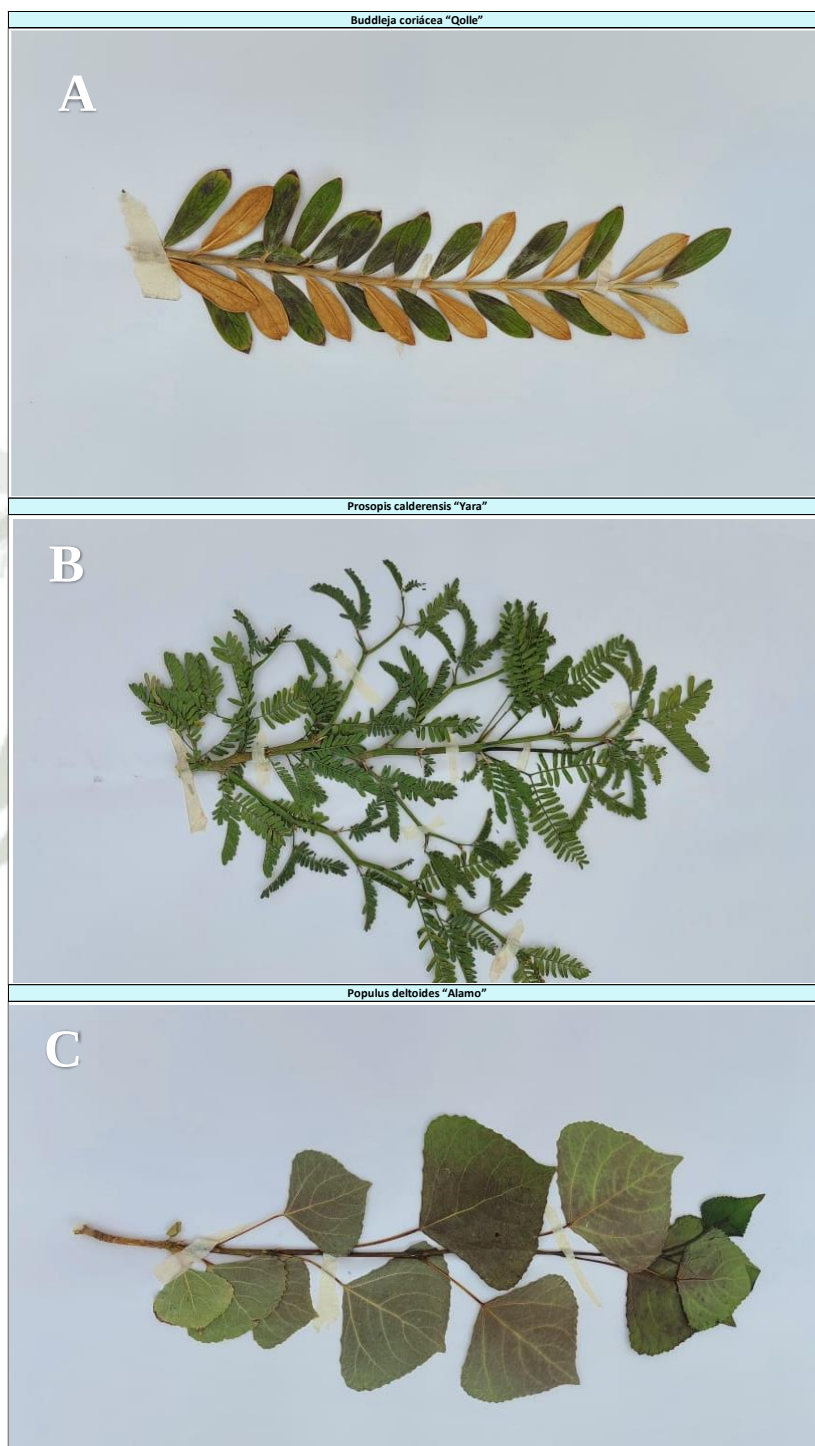
Muestras prensadas de especies forestales para identificación taxonómica



Nota: A: *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* "Cahuato", B: *Polylepis rugulosa* "Queñua", C: *Schinus Molle* "Molle Serrano"

Figura 139

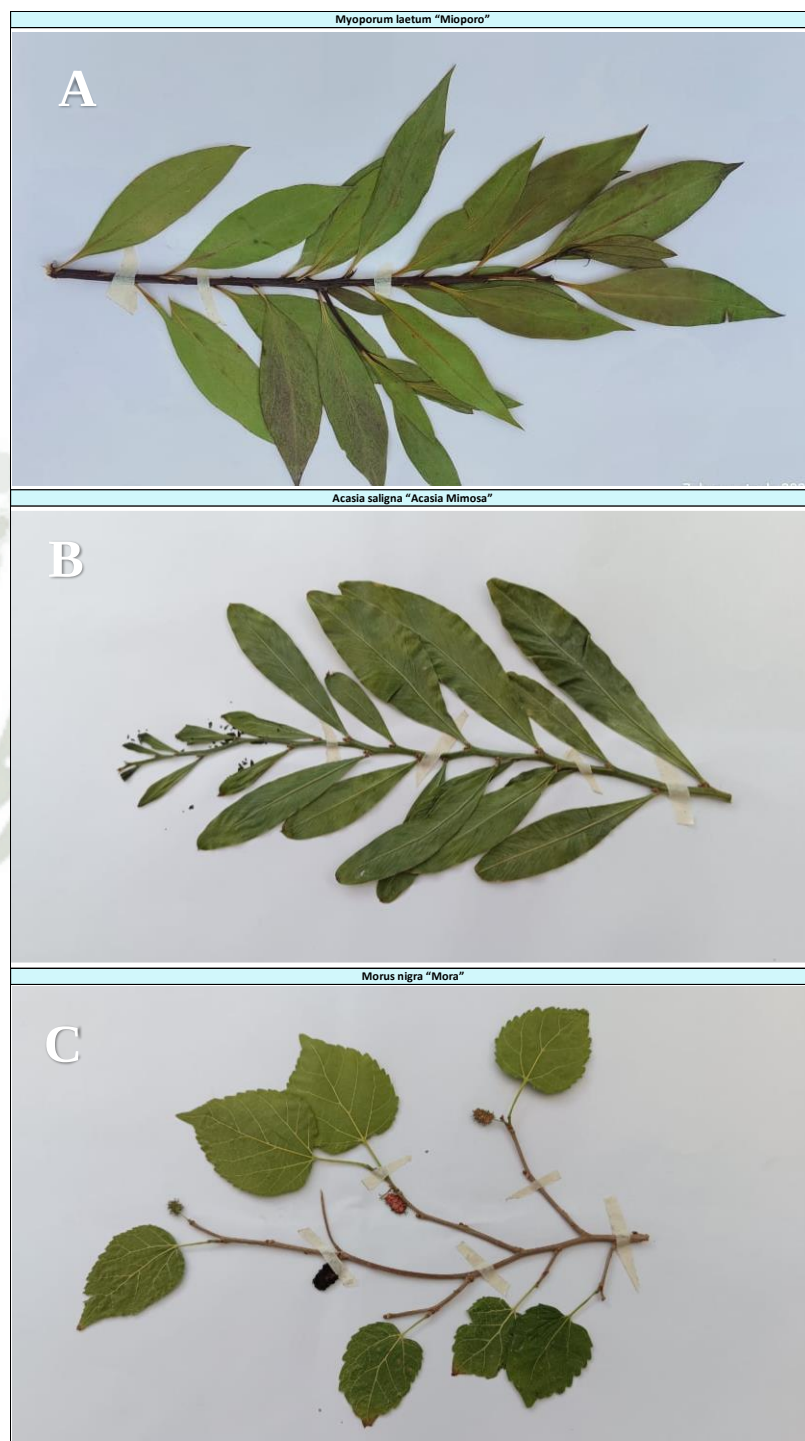
Muestras prensadas de especies forestales para identificación taxonómica



Nota: A: *Buddleja coriácea* "Qolle", *Neltuma calderensis* "Yara", C: *Populus deltoides* "Alamo".

Figura 140

Muestras prensadas de especies forestales para identificación taxonómica



Nota: A: *Myoporum laetum* "Mioporo", B: *Acacia saligna* "Acacia Mimosa", C: *Morus nigra* "Mora"

Figura 141

Muestras prensadas de especies forestales para identificación taxonómica



Nota : *Fraxinus americana* "Fresno"

ANEXO 21: GALERIA FOTOGRÁFICA – ASIMILACIÓN DE CO₂ CON EL EQUIPO LI- 680

Figura 142

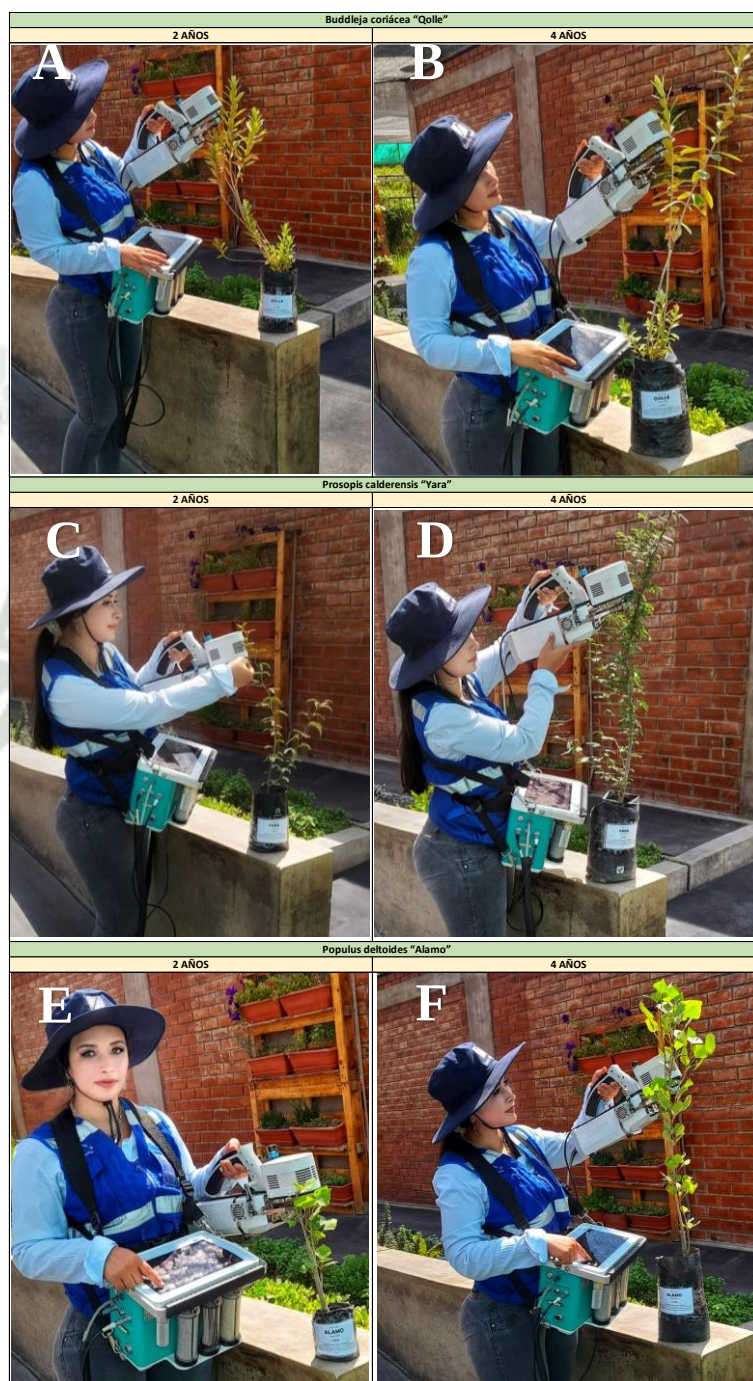
Mediciones de asimilación de CO₂ con el equipo Li- 6800



Nota: A: *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* "Cahuato" de 2 años, B: *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* "Cahuato" de 4 años, C: *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 2 años, D: *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 4 años, E: *Schinus Molle* "Molle Serrano" de 2 años, F: *Schinus Molle* "Molle Serrano" de 4 años

Figura 143

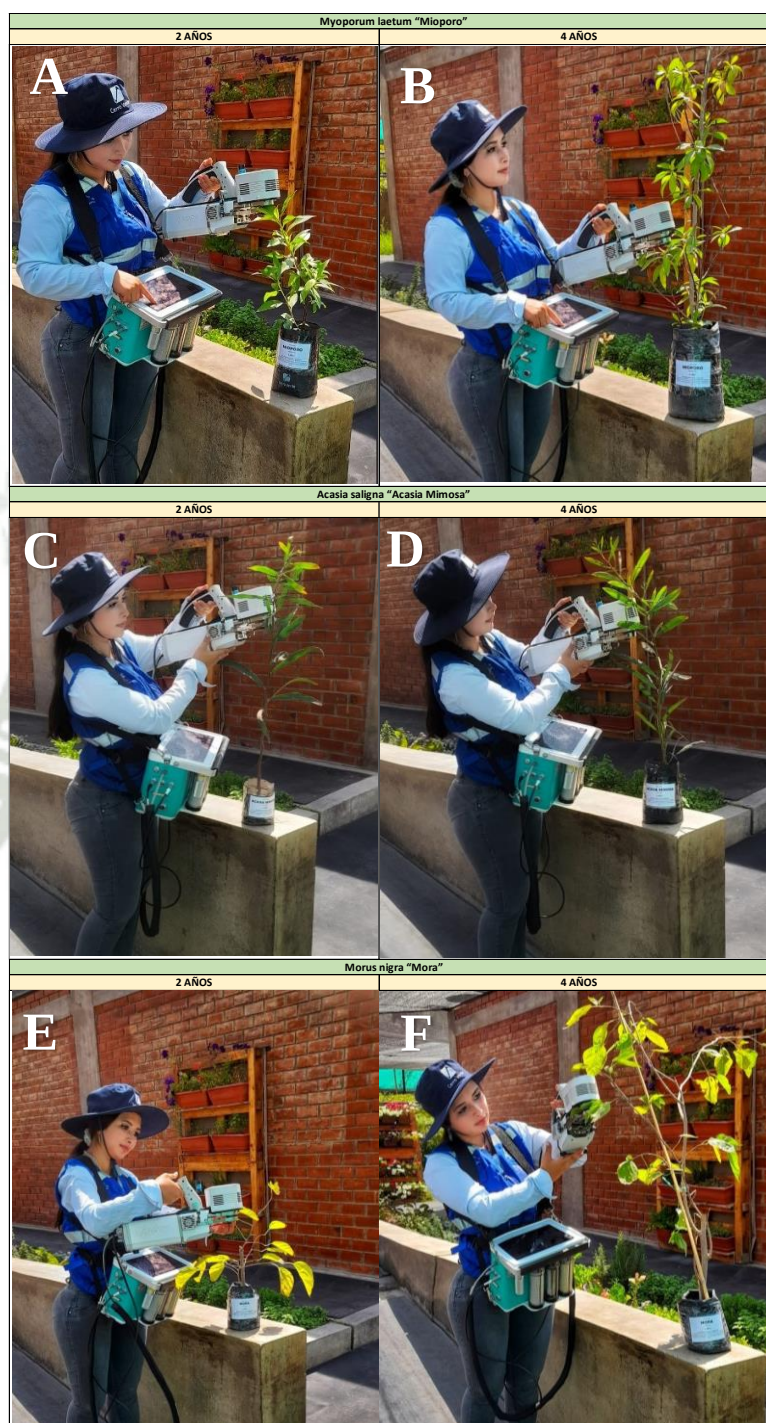
Mediciones de asimilación de CO₂ con el equipo Li- 6800



Nota: A: *Buddleja coriacea* "Qolle" de 2 años, B: *Buddleja coriacea* "Qolle" de 4 años, C: *Neltuma calderensis* "Yara" de 2 años, D: *Neltuma calderensis* "Yara" de 4 años, E: *Populus deltoides* "Alamo" de 2 años, F: *Populus deltoides* "Alamo" de 4 años.

Figura 144

Mediciones de asimilación de CO₂ con el equipo Li- 6800



Nota: A: *Myoporum laetum* "Mioporo" de 2 años, B: *Myoporum laetum* "Mioporo" de 4 años, C: *Acacia saligna* "Acacia Mimosa" de 2 años, D: *Acacia saligna* "Acacia Mimosa" de 4 años, E: *Morus nigra* "Mora" de 2 años, F: *Morus nigra* "Mora" de 4 años.

Figura 145

Mediciones de asimilación de CO₂ con el equipo Li- 6800



Nota: A: *Fraxinus americana* “Fresno de 2 años, B: *Fraxinus americana* “Fresno de 4 años.

ANEXO 22: GALERIA FOTOGRÁFICA - MEDICION DEL POTENCIAL HÍDRICO CON LA BOMBA SCHOLANDER

Figura 146

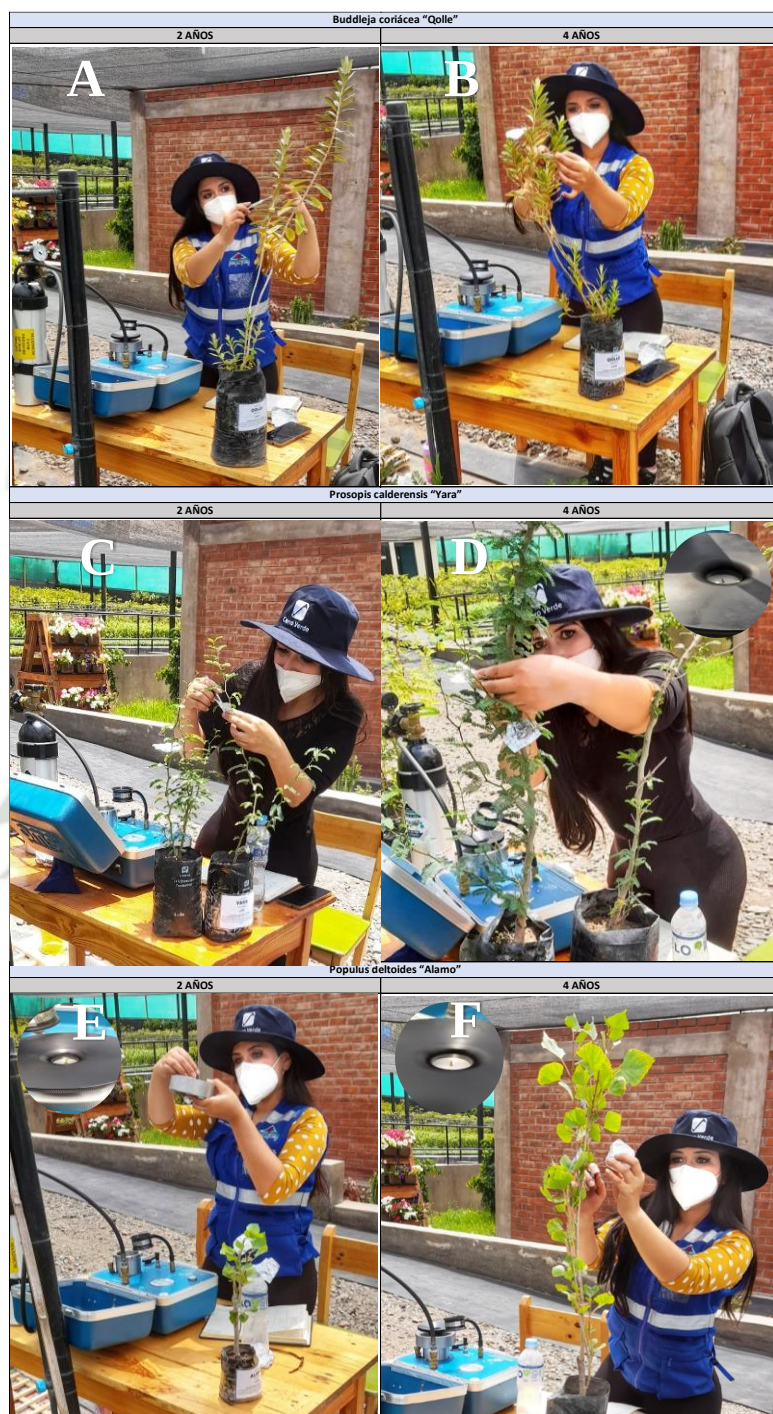
Mediciones del potencial hídrico con la Bomba Scholander



Nota: A: *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* "Cahuato" de 2 años, B: *Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* "Cahuato" de 4 años, C: *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 2 años, D: *Polylepis rugulosa* "Queñua" de 4 años, E: *Schinus Molle* "Molle Serrano" de 2 años, F: *Schinus Molle* "Molle Serrano" de 4 años

Figura 147

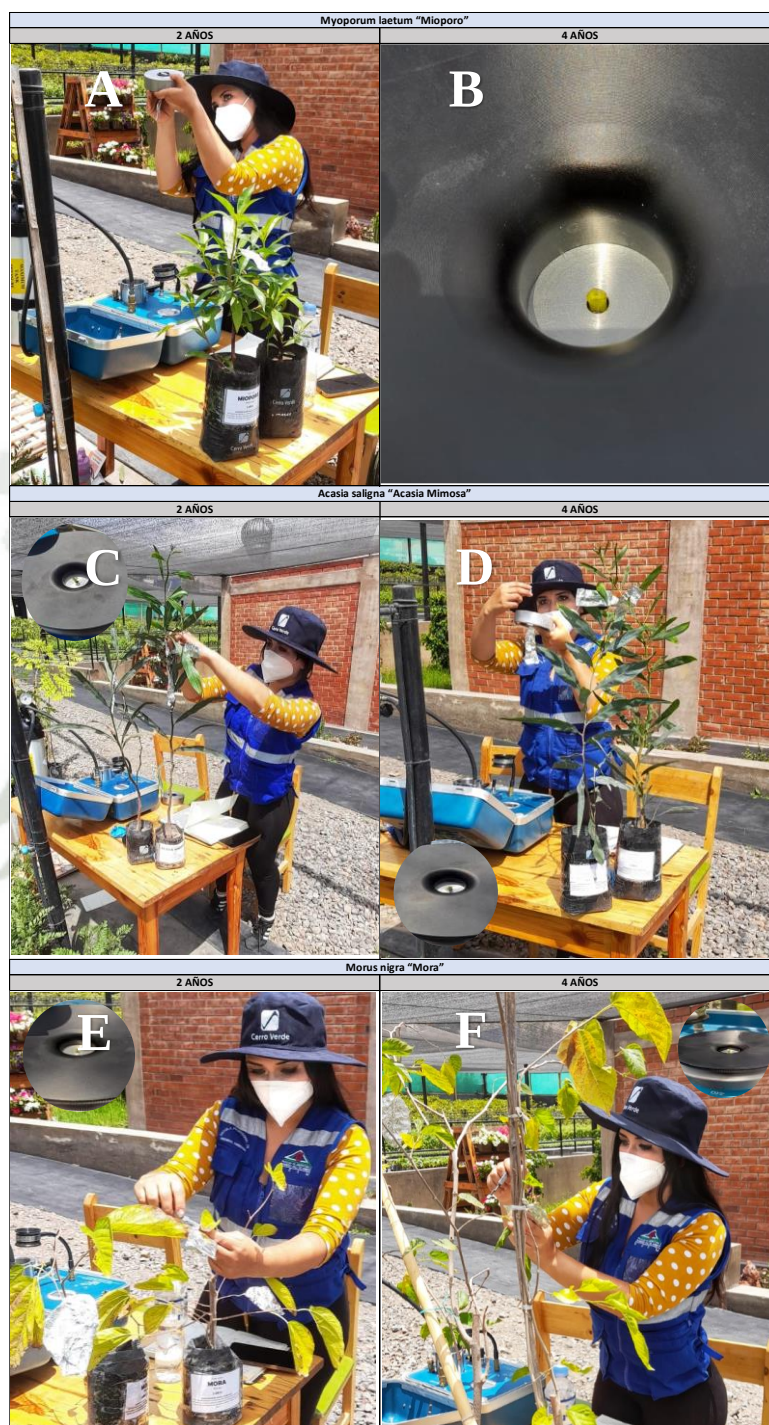
Mediciones del potencial hídrico con la Bomba Scholander



Nota: A: Buddleja coriacea "Qolle" de 2 años, B: Buddleja coriacea "Qolle" de 4 años, C: Neltuma calderensis "Yara" de 2 años, D: Neltuma calderensis "Yara" de 4 años, E: Populus deltoides "Alamo" de 2 años, F: Populus deltoides "Alamo" de 4 años.

Figura 148

Mediciones del potencial hídrico con la Bomba Scholander



Nota: A: Myoporum laetum "Mioporo" de 2 años, B: Myoporum laetum "Mioporo" de 4 años, C: Acacia saligna "Acacia Mimosa" de 2 años, D: Acacia saligna "Acacia Mimosa" de 4 años, E: Morus nigra "Mora" de 2 años, F: Morus nigra "Mora" de 4 años.

Figura 149

Mediciones de asimilación de CO₂ con el equipo Li- 6800



Nota: A: Fraxinus americana “Fresno de 2 años, B: Fraxinus americana “Fresno de 4 años.

ANEXO 23: MAPA DE UBICACIÓN DEL VIVERO DE UCHUMAYO – SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE (S.M.C.V.)

