



**Proyecto: “REDUCCIÓN DE EMISIONES POR
DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN EVITADA,
REDD, PARA LA RESERVA PARA PARQUE SAN
RAFAEL”**

INFORME DE CONSULTORIA

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE
BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL
BAAPA, RESERVA PARA PARQUE SAN RAFAEL.**

AUTOR: DIEGO LEIVA



**ASOCIACIÓN GUYRA PARAGUAY
Asunción - Paraguay**

Agosto 2009

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN
UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL¹**

Diego Osvaldo Leiva Villalba²

¹ Trabajo presentado a la Asociación Guyra Paraguay.

² Consultor Forestal.

RESUMEN: El objetivo del presente estudio es la obtención de un Factor de Expansión de Biomasa para la Reserva Para Parque San Rafael, con este valor los trabajos de cuantificación del stock de carbono se vuelven más fáciles de realizar. Aprovechando los datos disponibles para la Reserva, específicamente analizamos los datos disponibles del Inventario Forestal Comercial realizado por el Proyecto Bosques de Alto Valor de Conservación (BAVC, 2007) y la Instalación de una Parcela Permanente de Medición en el Bosque Primario (2008).

El procesamiento de los datos dasométricos nos dan como resultado promedios variados de volumen en pie, biomasa y factor de expansión de biomasa; comportamiento silvicultural esperado debido a las variadas formaciones forestales que encontramos dentro de la reserva.

El promedio aritmético general del FEB obtenido es de **3,68**, este valor es muy próximo al que reporta el IPCC como valor por defecto para el tipo de formación forestal de la RPP San Rafael, lo cual es de 3,4.

Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico arrojaron un error de muestreo de 0,488 representando el 13% con relación a la media para un nivel de confianza de 95%.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

El Test de Bartle practicado confirman la heterogeneidad de la variancia al 99% de probabilidad, con este resultado es necesario realizar la estratificación del bosque para obtener valores reales y confiables.

1. INTRODUCCIÓN.

El uso de los recursos naturales para satisfacer las necesidades del ser humano produce innumerables consecuencias en el ambiente y quizás la más resaltante en la actualidad es el aumento de la concentración de ciertos Gases de Efecto Invernadero (GEI) causantes de lo que hoy denominamos Cambio Climático; cuyos efectos repercuten a escala global.

En la actualidad la comunidad mundial asume la importancia de los bosques como factor mitigador de esta problemática, brindándole de esta forma un rol más preponderante.

En los últimos años se han dado grandes pasos para una mejor comprensión y cuantificación del valor de los bosques, beneficios antes ignorados como los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas en la actualidad lo podemos valorar. Por largo tiempo estos beneficios sostenibles eran subvalorados o no valorados en absoluto, de esta forma no se le daba la importancia real que merecían, lentamente esta situación comienza a cambiar.

El factor de expansión de biomasa es una herramienta que facilita la valoración de la dinámica del stock de carbono de los bosques que es uno de los servicios ambientales con mayor preponderancia y progreso en la actualidad.

El factor de expansión de biomasa es la relación entre la biomasa total del árbol y la biomasa comercial del árbol (Locatelli, 2005).

Según Kanninen (2001), el factor de expansión de biomasa es la relación de la biomasa aérea total con la biomasa del fuste comercial. La biomasa aérea total es la suma de la biomasa del tocón, biomasa del fuste y la biomasa de la copa que está constituida por la biomasa de ramas, ramillas y hojas.

El estudio de la biomasa de los ecosistemas forestales es de gran importancia por el rol de los Bosques en el ciclo global de carbono por ser estas las que almacenan

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

gran cantidad de carbono. No obstante la determinación de la biomasa en bosques aun tiene un alto grado de incertidumbre, especialmente en el cálculo del FEB; es por ello que la obtención de factores de expansión de biomasa representa en amplio sentido una gran utilidad para el cálculo de la cantidad de carbono almacenado por especie y unidad de área.

A escala mundial existen numerosos trabajos realizados con relación al FEB y cuantificación de la biomasa, los datos extrapolados para otras regiones que no poseen dicha información puede presentar errores importantes, ya que la biomasa total y por consiguiente el carbono acumulado son muy variables inclusive entre bosques de la misma zona, lo cual a sido demostrado en varias investigaciones. Por lo tanto para realizar valoración de biomasa y carbono en los bosques que presenten resultados confiables se requieren de informaciones locales.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio.

La Reserva de Recursos Manejados de San Rafael se encuentra en el sureste de la región oriental del Paraguay, entre las coordenadas: 26°37'17.8''S; 55°53'42''W y 26°18'7.2''S; 55°29'50.6''W.

La morfología de la Reserva se integra por llanuras, mesetas aisladas, cadenas de cordilleras de diversas alturas y depresiones inundables. Hidrológicamente pertenece a las cuencas de los ríos Paraná y Paraguay. La zona que pertenece a la cuenca del Paraná posee los mayores regímenes de precipitación (1800mm/año), presenta árboles de mayor porte, bosques más densos (aunque esta condición ha sido modificada por la intensa explotación) y un mayor contenido de arcilla en los suelos. La zona perteneciente a la cuenca del río Paraguay es un poco más seca (1600 mm/año) y presenta suelos más friables, lo cual favorece el desarrollo de bosques sub-húmedos, con una fisonomía diferente, menos densos y de menor estratificación (Pedroni et al, 2004).

2.2 Vegetación Natural.

Las formaciones vegetales de la región Oriental, en la cual se halla insertada la Reserva de San Rafael, si bien están conocidas, carecen de descripciones detalladas. Excepciones lo constituyen algunos trabajos realizados en áreas cercanas a la Reserva, donde se ha realizado un listado de especies y descripciones para áreas potenciales de conservación (Acevedo *et al.*, 1990; Holdridge, 1967; Spichiger *et al.*, 1992 y 1995; San Jurjo, 1992). Los tipos de formaciones vegetales descritos en el área de la Reserva y sus alrededores son citados en el cuadro 1.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

Cuadro 1. Formaciones naturales encontradas en la RPP San Rafael.

Tipo de Formación
<ul style="list-style-type: none">• Bosque húmedo semi-caducifolio (Tortorelli, 1967)
<ul style="list-style-type: none">• Bosque sub-húmedo semicaducifolio
<ul style="list-style-type: none">• Bosque de ribera
<ul style="list-style-type: none">• Bosque de bambú
<ul style="list-style-type: none">• Bosque modificado
<ul style="list-style-type: none">• Sabana
<ul style="list-style-type: none">• Sabana hidromórfica o humedales

2.3 Inventario comercial.

2.3.1 Generalidades.

Aprovechando la información existente para el área de la RPP San Rafael fueron utilizados los datos colectados por el inventario comercial realizado para el Proyecto Bosques de Alto Valor de Conservación (BAVC, 2007) y la Instalación de una Parcela de Permanente de Medición (2008); los valores dasométricos analizados nos proporcionan la información necesaria para la obtención de los valores de Factores de Expansión de Biomasa que necesitamos.

2.3.2 Diseño del inventario.

Tanto el diseño como la ejecución del mismo fueron responsabilidad de los técnicos contratados para el proyecto BAVC y técnicos de Guyra Paraguay, algunos datos de interés son citados en el cuadro 2, 3 y la figura 1.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

Cuadro 2. Datos de interés del inventario comercial de la RPP San Rafael.

Datos de interés del inventario comercial
<ul style="list-style-type: none"> Fueron evaluados el estado actual del bosque de 7 propietarios dentro de la RPP San Rafael.
<ul style="list-style-type: none"> El diseño del muestreo fue sistemático con distribución equidistante de las parcelas a lo largo de las picadas.
<ul style="list-style-type: none"> El diseño de las parcelas temporales fueron rectangulares con 20 metros de ancho y 100 metros de largo, cubriendo 0,2 ha.
<ul style="list-style-type: none"> Cada bosque tiene una intensidad de muestreo propia que surgió de un primer relevamiento o premuestreo.
<ul style="list-style-type: none"> Además fueron evaluados los valores de la Parcela Permanente de Medición (PPM).
<ul style="list-style-type: none"> Las variables medidas fueron, DAP de todos los árboles ≥ 10 cm, altura comercial y total; y calidad de rollo.

Figura 1. Forma y tamaño de las parcelas temporales.

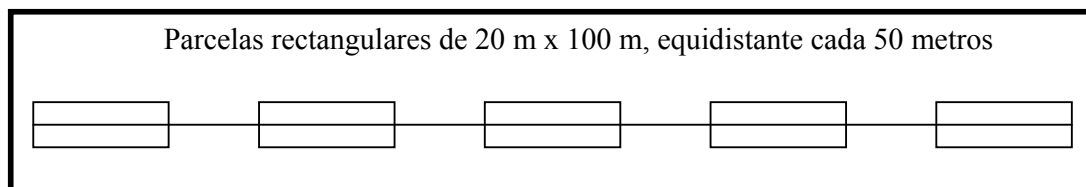
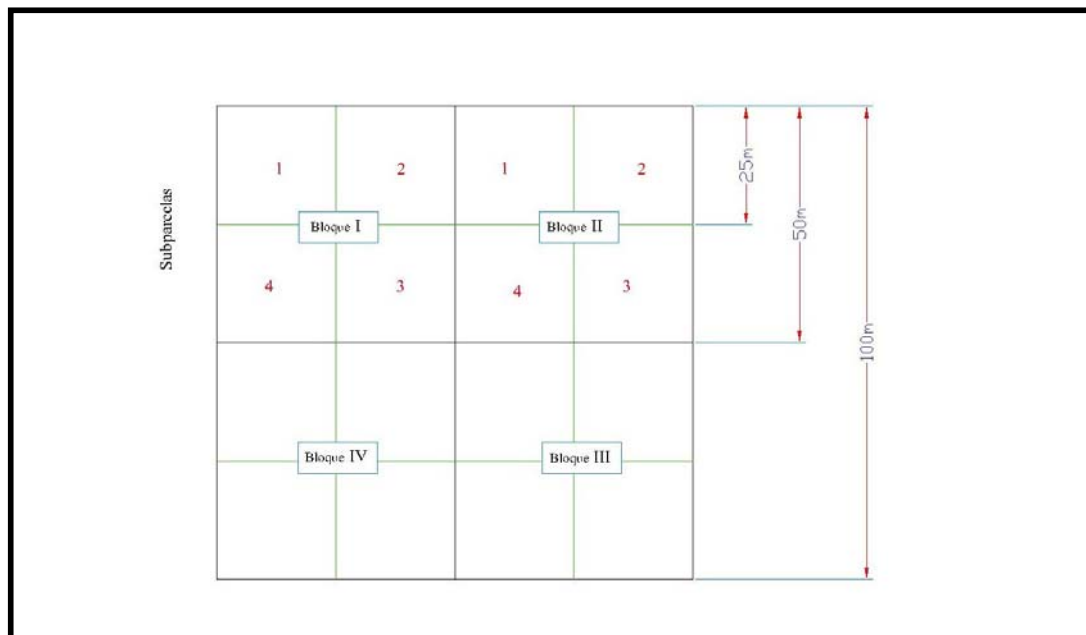


Figura 2. Forma y tamaño de la PPM.



**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

Cuadro 3. Cantidad de parcelas muestreadas para cada propietario.

Propietario	Cantidad de parcelas muestreadas
• Obrischt	25
• Ocampos	35
• Hostetler	24
• Salerno	15
• Da Silva	24
• PAREX	19
• Shindoi	44
• PPM	1

2.4 Análisis de datos.

Los datos de los inventarios fueron procesados en planillas correspondientes para su posterior cuantificación.

2.4.1 Cálculo de volumen.

Una vez obtenidos los datos dasométricos del inventario comercial se procedió al cálculo para la obtención de los valores de volumen de cada especie. Para tal efecto fue utilizada la siguiente formula.

$$Ab = \frac{\pi * d^2}{4} \quad (1)$$

Donde:

Ab = área basal en m²

π = 3,1416

d = diámetro a la altura de pecho (1,30 m)

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

$$V = Ab * f * h \quad (2)$$

Donde:

V = volumen en m³

Ab = área basal en m²

f = factor de forma ¹

h = altura en metro

2.4.2 Conversión de volumen a biomasa.

Los valores obtenidos del cálculo de volumen fueron multiplicados por la densidad específica de cada especie que anteriormente fue ajustado considerando que los manuales dan densidades a 12% de humedad. Para ello fueron utilizadas las siguientes formulas.

$$Y = 0,0134 + 0,8 * X \quad (3)$$

$$(r^2 = 0,99)^2$$

Donde:

Y = densidad de la madera seca Kg.m⁻³

X = densidad de la madera a 12% de humedad en Kg.m⁻³

$$B = (V * Pe)/1000 \quad (4)$$

¹ Para el factor de forma se utilizó como coeficiente el valor de 0,775 (para especies nativas) Hutchinson (1974) citado por Briitos (1997).

² BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO Forestry Paper – 134. Roma

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

Donde:

B = biomasa en toneladas

V = volumen en m³

Pe = densidad específica en Kg.m⁻³

Siguiendo los delineamientos metodológicos propuestos por Brown (1997) para la estimación de la biomasa aérea, cuyos valores son multiplicados por un factor de expansión (FE) que es una constante igual a 1,74 si la Biomasa del Fuste o Comercial es > 190 Tn. ha⁻¹ y si es < 190 Tn. ha⁻¹ el factor de expansión se calcula por la siguiente fórmula.

$$\mathbf{FEB = Exp (3,213 - 0,506 * ln (B_{Fuste})} \quad (5)$$

Donde:

Exp = significa elevado a la potencia de (...)

ln = logaritmo natural de (...)

B_{Fuste} = biomasa del fuste en Tn. ha⁻¹

Esta fórmula fue ajustada en base a datos de bosques tropicales con un **n = 56** arrojando un **r = 0,76**; y determina que cuanto menor es la biomasa del fuste mayor es el FEB, por lo cual adquieren mayor participación los otros compartimientos de la biomasa aérea como son las ramas y hojas.

2.4.3 Análisis estadístico.

Los cálculos estadísticos fueron realizados sobre los valores de Factor de Expansión de Biomasa obtenidos en cada propiedad.

3 RESULTADOS

Los valores de volumen en pie medio encontrados en cada parcela instalada nos dan como resultado promedios variados, los cuales nos muestran las características cuantitativas de los bosques; así tenemos valores inferiores de $43,51 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ y superiores de $142,709 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Los valores de los volúmenes en pie medio de cada propietario se detallan en el cuadro 4.

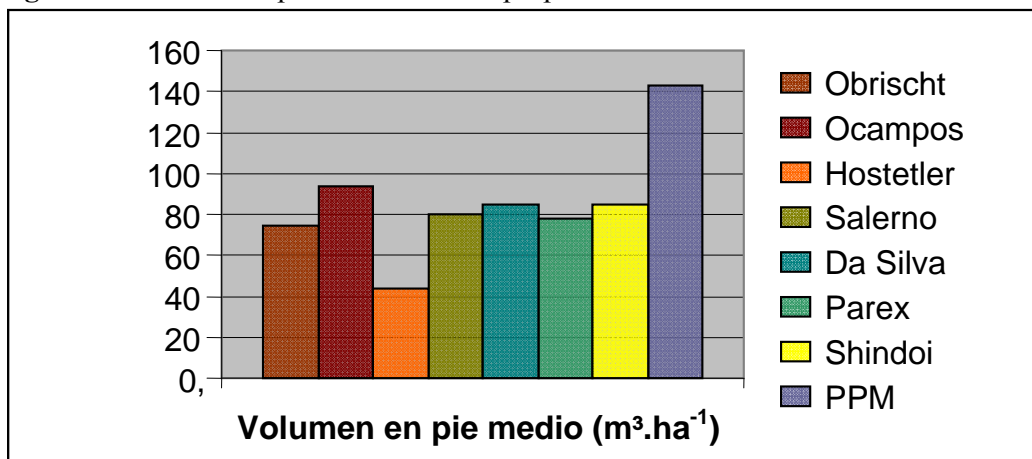
Cuadro 4. Volumen en pie medio del bosque de cada propietario.

Propietario	Volumen en pie medio (m^3/parc)	Volumen en pie medio (m^3/ha)
Obrischt	14,92	74,59
Ocampos	18,697	93,489
Hostetler	8,702	43,51
Salerno	16,008	80,043
Da Silva	16,935	84,678
Parex	15,573	77,866
Shindoi	16,912	84,564
PPM		142,709*

*Volumen real de 1 hectárea.

La figura 2 nos muestra gráficamente el potencial y las características volumétricas del tipo de bosque presente en cada propiedad muestreada

Figura 2. Volumen en pie medio de cada propietario.



**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

La biomasa media presenta un comportamiento silvicultural normal en cuanto a los valores promedios aritmético encontrados, presentando valores inferiores de 24,344 Tms.ha⁻¹ y superiores de 69,207 Tms.ha⁻¹. En el cuadro 5 se detallan los valores de cada individuo según los componentes fuste y copa.

Cuadro 5. Biomasa media del bosque de cada propietario.

Propietario	Biomasa media (Tms/parc)	Biomasa media (Tms/ha)
Obrischt	8,24	41,22
Ocampos	10,782	53,913
Hostetler	4,868	24,344
Salerno	8,438	42,19
Da Silva	9,778	48,891
Parex	8,523	42,618
Shindoi	9,041	45,206
PPM		69,207*

* Valores reales de biomasa de 1 hectárea.

Los promedios aritméticos de cada parcela muestreada muestran como resultado valores diferentes de FEB, así tenemos para la PPM un valor promedio de 2,912 y para la propiedad de Hostetler un valor promedio de 4,941. El promedio aritmético general resultante es de 3,68.

Esta variación de resultados obtenidos de FEB para cada propietario, se debe a que la biomasa del componente copa ejerce una influencia directa en la cuantificación, el mayor valor de FEB se observa en el bosque de la propiedad de Hostetler cuyos valores cuantitativos y cualitativos nos presentan una formación de bosque secundarios y el menor valor se observa en la PPM donde la formación forestal es un bosque alto.

Los valores de FEB encontrados en cada propiedad muestran el comportamiento silvicultural esperado para cada tipo de bosque y nos proporcionan datos confiables.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

En el cuadro 6 se exponen los valores de FEB obtenidos de cada propietario y agrupados para obtener un promedio aritmético general.

Cuadro 6. Valores de FEB para cada propietario.

Propietario	Factor de Expansión de biomasa *
Obrischt	3,785
Ocampos	3,304
Hostetler	4,941
Salerno	3,741
Da Silva	3,472
Parex	3,722
Shindoi	3,612
PPM	2,912
Promedio aritmético	3,68

* Obtenido utilizando la formula 5.

Las estadísticas estimadas de los Factores de Expansión de Biomasa encontrados se presentan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis estadísticos de los valores de FEB obtenidos.

Parámetros Estadísticos	Valores Obtenidos
Media (μ)	3,686
Desviación Standard (σ)	0,583
Variancia (σ^2)	0,340
Coefficiente de variación (CV)	0,158 o 15,8%
Error Standard de la media($S\bar{x}$)	0,206
Error de muestreo	0,488
Error en porcentaje	13%
Intervalo de Confianza (IC)	
Máximo	4,174
Mínimo	3,198

Los valores de FEB de cada propietario fueron analizados mediante el Test de Bartle para verificar la homogeneidad de las variancias. Los resultados se presentan en la tabla 2.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

Tabla 2. Test de Bartle.

Estrato	Variancia (S²)	n - 1	SC	$\frac{1}{n - 1}$	Log S²	(n-1)(log S²)
Obrischt	0,506	24	12,144	0,041	-0,295	-7,1
Ocampos	0,799	30	23,97	0,033	-0,097	-2,91
Hostetler	2,704	21	56,784	0,047	0,432	9,072
Salerno	0,441	14	6,174	0,071	-0,355	-4,97
Da Silva	0,378	23	8,694	0,043	-0,422	-9,706
Parex	0,973	18	17,514	0,055	-0,011	-0,198
Shindoi	0,643	43	27,649	0,023	-0,191	-8,246
PPM		0	0	0	0	0
Σ		173	152,929			-24,058

Variancia Global.

$$\hat{S}^2 = \frac{\sum SC}{\sum(n-1)} = \frac{152,929}{173} = 0,883 \rightarrow \log \hat{S}^2 = -0,053$$

$$x^2_c = (2.3026) [(\log \hat{S}^2) (\sum (n_i-1)) - \sum (n_i-1) (\log S^2_i)]$$

$$x^2_c = (2.3026) [(-0,053) (173) - (-24,058)]$$

$$x^2_c = (2.3026) [(-9,169) - (-24,058)]$$

$$x^2_c = (2.3026) [14,889]$$

$$x^2_c = 34,28$$

$$x^2_t = 16,81$$

$x^2_c > x^2_t \rightarrow$ se rechaza la homogeneidad al 99% de probabilidad.

Como la x^2_c es superior al valor de tabla, se comprueba de que existe significancia estadística y se confirma la heterogeneidad de la variancia.

4 CONCLUSIÓN

El procesamiento de los datos dasométricos del inventario comercial forestal de la RPP San Rafael, nos dan como resultado promedios variados de volumen en pie, así, tenemos rangos de valores inferiores de $43,51 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ y superiores de $142,709 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

Estos valores nos muestran las características cuantitativas y los tipos de formaciones forestales que encontramos en la Reserva, lo cual es variado y es necesario su estratificación para obtener valores homogéneos que puedan ser extrapolados para toda el área.

La misma secuencia se observa en los valores de los promedios aritméticos obtenidos para la biomasa del bosque de cada propietario, presentando valores inferiores de $24,344 \text{ Tms}.\text{ha}^{-1}$ y superiores de $69,207 \text{ Tms} \text{ ha}^{-1}$.

Cada bosque presenta valores promedios diferentes de FEB debido a las características silviculturales de cada formación, así tenemos un promedio aritmético general de 3,68. Este valor es muy próximo al que reporta el IPCC como valor por defecto para el tipo de formación forestal de la RPP San Rafael, lo cual es de 3,4.

El análisis estadístico de los valores de FEB encontrados nos muestra que con el inventario practicado se obtuvo un error de muestreo de 0,488 que representa el 13% con relación a la media para un nivel de confianza de 95%.

Los resultados del Test de Bartle confirman la heterogeneidad de la variancia al 99% de probabilidad, con este resultado es necesario realizar la estratificación del bosque para obtener valores reales y confiables.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALONSO, J. 2004. Las posibilidades energéticas de la biomasa en la Comunidad Autónoma de Madrid (en línea). Madrid, ES. Consultado el 22 de agosto de 2009. Disponible en www.ucm.es/BUCM/revista/cca/11391987/articulos/OBMD0404110195A.PDF
- BRENES, G. s.f. Parcelas de muestreo, una herramienta de investigación de nuestros Bosques (en línea). CR. Consultado el 18 de agosto de 2009. Disponible en www.acguancaste.ac.cr/rothschildia/v1n1/textos/76.html
- BRITOS, J. 1997. Obtención de valores de coeficiente mórfico en tres especies nativas. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. 40 p.
- BRITOS, G. 2005. Evaluación del crecimiento de ocho especies forestales nativas en una plantación mixta, en el centro forestal Alto Paraná. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Forestal. FCA. UNA. 119 p.
- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO Forestry Paper – 134 (en línea). Roma. Consultado el 19 de agosto de 2008. Disponible en www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htm.
- FUNDACIÓN SOLAR. 2000. Elementos técnicos para inventarios de carbono. Lilian Márquez (ed.). Guatemala: Fundación Sol. 31p.
- GASPARRI, I; MANGHI, E. 2004. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas: informe final (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado el 12 de agosto de 2008. Disponible en www2.medioambiente.gov.ar/documentos/bosques/publicaciones/volumen_biomasa_carbono.pdf.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

- GAYOSO, J; GUERRA, J. 2001. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. Valdivia, CH: Universidad Austral de Chile. 8p.
- IPCC. 2005. Orientaciones sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Suiza: OMM. 628p.
- KANNINEN, M. 2001. Bosques tropicales y subtropicales: el ciclo del carbono, In: Cambio climático el mecanismo de desarrollo limpio y el sector forestal (2001, San Lorenzo, PY). Guyra Paraguay/ IDEA/ FIA/ CATIE/ CIDA/ CNF. 13p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. A. Carrillo. Eschborn, AL: GTZ. 355 p.
- LOCATELLI, B. 2005. Cómo estimar el carbono almacenado en un ecosistema, In: Curso regional de cambio climático y diseño de proyectos forestales en el mecanismo de desarrollo limpio (2005, San Lorenzo, PY). Guyra Paraguay/ CATIE/ CIRAD/ FCA. 22p.
- LÓPEZ, A; LITTLE, E; RITZ, J; ROMBOLD, J; HAHN, W. 2002. Árboles Comunes del Paraguay: Ñande Yvyra Mata Kuera. 2° ed. San Lorenzo; PY: Cuerpo de Paz, US/FCA/UNA. 458p.
- LOUMAN, B.; QUIRÓS, D.; NILSSON, M. 2001. Silvicultura de Bosques Latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 263 p.
- MACHADO, S. 1984. Produção e avaliação de biomassa florestal. In: Curso de actualización sobre sistemas de explotación y transporte florestal (5, 1964, Curitiba, BR) 1984 (Trabajos presentados). Universidad Federal do Paraná, Curitiba, BR. p 15-38.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

- PARRA, A; ELSAM, R; RODAS, O; PENAYO, K; PENODRI, L. 2004. Diversificando Ingresos, Conservando Hábitats Raros y Secuestrando Carbono en el Bosque Atlántico. Asociación Guyra Paraguay. 25 p.(informe técnico).
- PEDRONI, L. 2005. Introducción al cambio climático, In: Curso regional de cambio climático y diseño de proyectos forestales en el mecanismo de desarrollo limpio (2005, San Lorenzo, PY). Guyra Paraguay/ CATIE/ CIRAD/ FCA. 28p.
- PRODAN, M; PETERS, R; COX, F; REAL, P.1997. Mensura forestal. San José, CR: GTZ, IICA. 561p.
- QUINTEROS, M. 2000. Determinación de biomasa y almacenamiento de carbono. San Lorenzo, PY. 24p. (informe técnico).
- SCHLEGEL, B; GAYOSO, J; GUERRA, J. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, CH: Universidad Austral de Chile. 15p. (informe técnico).
- SOARES, C; OLIVEIRA, M. 2002. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. Revista Árvore (BR). 26 (5):533-539.
- WOLF, M. 2004. Determinación del factor de expansión de biomasa en un Bosque Mesolítico del Chaco Húmedo, Departamento de Alto Paraguay. Tesis (M. Sc.). San Lorenzo, PY: UNA, FCA. 82p.

Annexe 22

Annexe 23

Annexe 24

INDICE

Introducción
1. Objetivo del Informe Final...
2. Escenarios
2.1. Escenarios Socioeconómicos

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

2.2 Descripción de los dos escenarios socioeconómicos utilizados	
3. Climatología regional de base	
3.1. Precipitación.....	
3.2. Temperatura	
3.2.1. Temperatura media	
3.2.2. Temperatura máxima media	
3.2.3. Temperatura mínima media	
4. Escenarios Climáticos regionales	
4.1 Escenarios climáticos regionales futuros para la precipitación.....	
4.2 Descripción de los Modelos Climáticos Globales seleccionados.....	
4.2.1. Temperatura máxima media	
4.2.2. Temperatura media	
4.2.3. Temperatura mínima media	
5. Determinación de eventos extremos	
5.1 Clasificación de los eventos extremos en precipitación	
5.2 Clasificación de los eventos extremos en precipitación	
6. Conclusiones	
7. Bibliografía	
Anexo: Escenarios climáticos futuros	

EVENTOS EXTREMOS EN PARAGUAY

INTRODUCCIÓN

Este informe final presenta los eventos extremos para los escenarios climáticos regionales futuros de temperatura y precipitación, para la República del Paraguay. Se utiliza la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para la elaboración de los escenarios climáticos regionales futuros más probables. Esta metodología de elaboración se basa en la utilización de salidas de Modelos Climáticos Globales. Estos modelos han sido forzados con los escenarios socioeconómicos futuros y se realizará para los siguientes años de corte definidos 2020 y 2030 a mediano plazo, 2050 y 2070 a plazo intermedio y 2100 a largo plazo.

Estos escenarios climáticos para Paraguay, deberían servir de base para la elaboración de las propuestas de mitigación y adaptación al cambio climático en los sectores seleccionados por el Programa Nacional de Cambio Climático en Paraguay.

En este informe se presentan, los escenarios climáticos en alta resolución (50 km) para el territorio paraguayo de temperatura y precipitación.

Eventos extremos para escenarios Climáticos Futuros regionales para Paraguay

1. Objetivo

El objetivo central de este informe final ha sido presentar los futuros eventos extremos que se podrían dar en Paraguay basados en los escenarios climáticos futuros de temperaturas y precipitaciones. La herramienta fundamental para la construcción de todos estos escenarios han sido las salidas de los Modelos Climáticos Globales (MCG) recomendados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). De manera de abarcar el mayor rango posible de escenarios más probables, en la construcción de estos escenarios, se han tomado los dos escenarios socioeconómicos A2 y B2 que presentan dos extremos del rango más probable de variaciones de emisiones a nivel mundial de gases de efecto invernadero.

Otro punto a resaltar en este informe ha sido la incorporación de los escenarios climáticos de alta resolución espacial, que con ayuda de un proceso de downscaling climático dinámico fue elaborado para toda Sudamérica y de la que hemos extraído la región centrada sobre Paraguay. Este proceso de downscaling fue realizado con la ayuda del sistema PRECIS (Providing Regional Climate for Impacts Studies) del Hadley Centre (U. K.). Este sistema esta basado en las corridas de un modelo atmosférico numérico de mesoescala meteorológica (HadRM3P).

2. Escenarios.

2.1 Escenarios Socioeconómicos.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la finalidad de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica pertinente para la comprensión del riesgo de cambio climático inducido por los seres humanos. Desde su creación, el IPCC ha producido una serie de completos Informes de Evaluación sobre el estado de nuestros conocimientos acerca de las causas del cambio climático, sus efectos potenciales, y las opciones en cuanto a estrategias de respuesta.

2.2 Descripción de los escenarios socioeconómicos utilizados

Escenario A2. Supone un mundo diferenciado en el que las identidades culturales regionales están bien diferenciadas con énfasis en los valores familiares y las tradiciones locales, alta tasa de crecimiento poblacional y diferente desarrollo económico, aunque alto en el promedio global.

Escenario B2. Supone un mundo con énfasis en las soluciones locales a los problemas de sustentabilidad económica, social y ambiental. El mundo es heterogéneo con un cambio tecnológico no muy rápido y diverso pero con fuerte énfasis en las iniciativas comunitarias y en las innovaciones sociales para obtener soluciones preferentemente locales más que globales.

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.

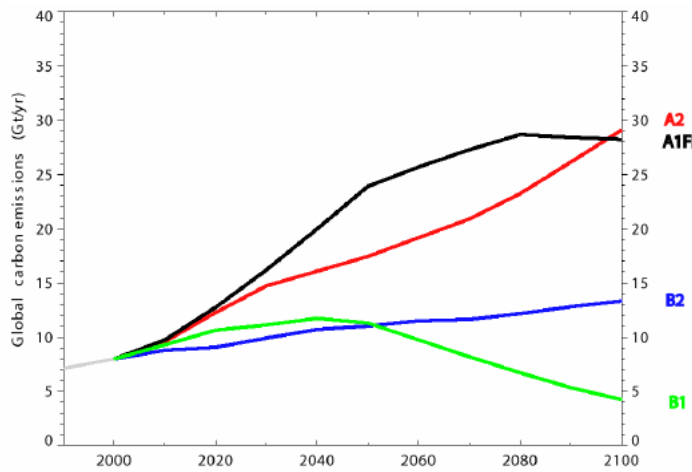


Figura1: Emisiones totales de CO₂ acumuladas mundiales según los escenarios SRES A1, A2, B1, B2.
Fuente; Escenarios Climáticos Regionales Futuros para Paraguay

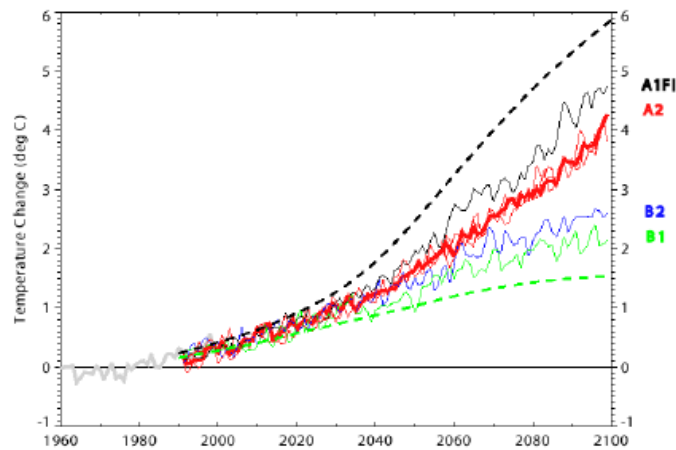


Figura 2: Diferentes estimaciones de aumento de la temperatura durante el siglo XXI en función de los cuatro escenarios (A1F1,A2,B1 y B2)
Fuente; Escenarios Climáticos Regionales Futuros para Paraguay

3. Climatología Regional de base (1961-1990).

3.1. Precipitación

Se ha calculado la precipitación media anual sobre Paraguay para el periodo normal base (1961-1990). Se puede notar que esta varía entre 5 mm/día. y 3 mm/día. Los máximos anuales se registran sobre el sureste de la región oriental en la frontera con Brasil mientras que el mínimo se registra sobre el Chaco en la región noroeste del País (ver figura).

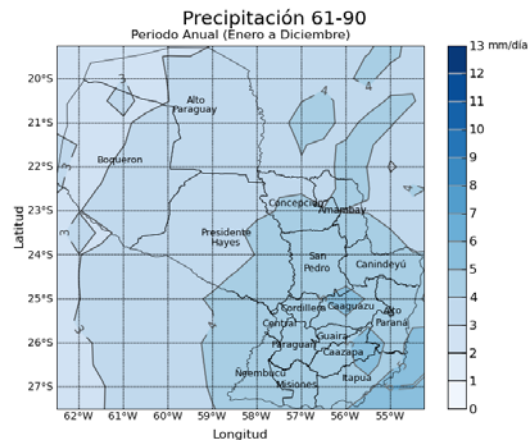


Figura 3: Mapa medio de precipitación (1961-1990)

3.2 Temperatura

3.2.1. Temperatura media

La temperatura media anual en Paraguay varía desde 21° C en el sureste a por encima de los 25° C en la región norte del Chaco (ver figura 4). La región Oriental varía entre 21 °C en el sureste y casi alcanza los 24 °C en el norte de la misma. En el Chaco paraguayo la temperatura media está comprendida entre 22 °C y ligeramente por encima de 25 °C.

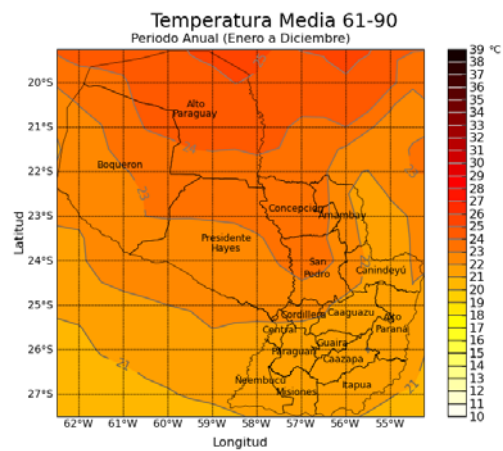


Figura 4: Mapa de temperatura media (1961-1990)

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

3.2.2. Temperatura máxima media

La temperatura máxima media anual en Paraguay varía desde 25° C en el sur a 31° C en la región norte del Chaco (ver figura 5). La región Oriental varía entre 25 °C en el sureste y casi alcanza los 29 °C en el norte de la misma. En el Chaco paraguayo la temperatura media está comprendida entre 27 °C y alcanza los 31 °C.

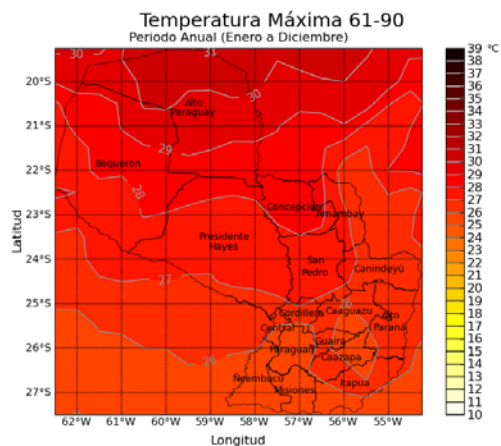


Figura 5: Mapa de temperatura media (1961-1990)

3.2.3. Temperatura mínima media

La temperatura mínima media anual en Paraguay varía desde encima de 17 °C en el sur a 21° C en la región noreste del Chaco (ver figura 6). La región Oriental varía entre 17 °C en el sur y ligeramente superior a los 20°C en el norte de la misma. En el Chaco paraguayo la temperatura media está comprendida entre 19 °C y alcanza los 21 °C.

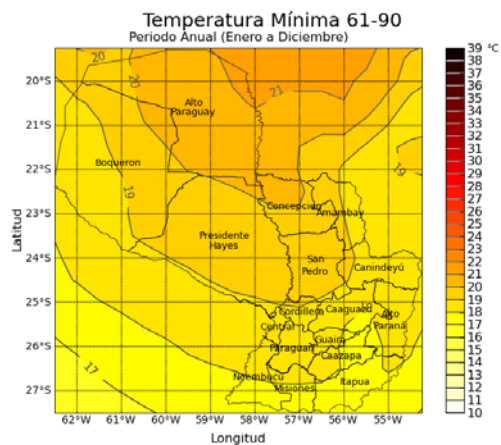


Figura 6: Mapa de temperatura media (1961-1990)

4. Escenarios Climáticos regionales.

Para la construcción de los escenarios de cambio climático se ha tomado toda Sudamérica, a partir de allí se ha seleccionado un área de trabajo sobre Paraguay que comprende la región 19° S – $27,5^{\circ}$ S y $62,5^{\circ}$ W – 54° W. Se ha seleccionado las salidas para los horizontes temporales en **2020, 2030 y 2040 2050 y 2100**, para los dos escenarios socioeconómicos **A2 y B2**.

4.1. Escenarios climáticos regionales futuros para la precipitación

En el informe del IPCC sobre el cambio climático y el agua se resalta cuanto sigue “*En toda América del Sur se han observado condiciones crecientemente lluviosas en la cuenca amazónica y en el sudeste del continente, incluida la Patagonia, y tendencias negativas de la precipitación anual sobre Chile y parte de la costa occidental del continente. Las variaciones en la Amazonía, en América Central y en la parte occidental de América del Norte sugieren variaciones latitudinales de las características de los monzones*”.

Estudios teóricos y de modelización del clima sugieren que, en un clima cada vez más cálido por el aumento de gases invernadero, se esperaría un incremento de las precipitaciones extremas respecto de su valor medio. Por ello, la influencia antropógena es más fácilmente detectable en las precipitaciones extremas que en los valores medios. Ello se debe a que las precipitaciones extremas están controladas por la disponibilidad de vapor de agua, mientras que el valor medio de precipitación está controlado por la capacidad de la atmósfera para radiar hacia el espacio energía de onda larga (liberada en forma de calor latente, mediante condensación), y esta capacidad está limitada por el aumento de gases invernadero.

Esta situación también se refleja en Paraguay ya que la precipitación total anual tiene una tendencia positiva en prácticamente todo el País (Grassi et al, 2005).

Según las tendencias de la precipitación para los escenarios A2 y B2 se puede notar que a partir de 2070 se tiene un incremento importante en la precipitación en Paraguay (ver figura 7a y 7b) en ambas regiones para los dos escenarios para la época normal de precipitación (octubre a marzo).

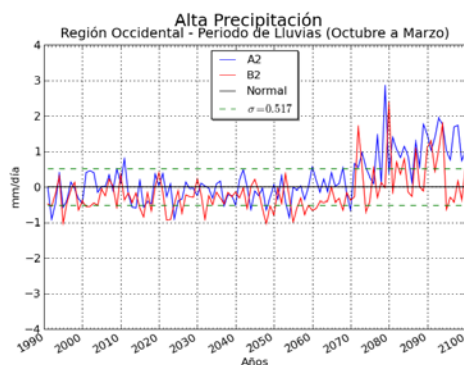


Figura 7a : Tendencia de la anomalía de la precipitación en la región Occidental o Chaco para el periodo de lluvia (oct-mar). Las anomalías se han calculado con respecto a la

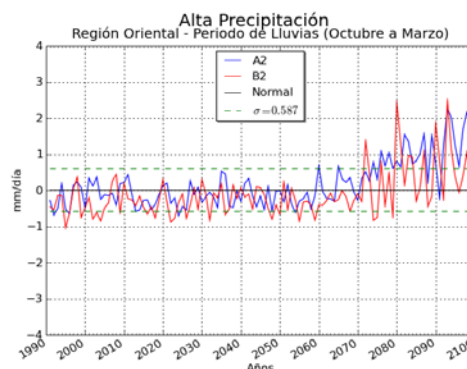


Figura 7b: Tendencia de la anomalía de la precipitación en la región Oriental para el periodo de lluvia (oct-mar). Las anomalías se han calculado con respecto a la

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

normal (1961-90)

normal (1961-90)

Si se toma la temporada de precipitaciones bajas (abril a setiembre) lo que se observa es muy diferente a lo que ocurre en la temporada de precipitaciones altas (octubre a marzo), las tendencias de las anomalías de precipitación presentan una disminución importante a partir de 2070 (ver figura 8a y 8b). Esto indicaría que a partir de 2070 se tendría un incremento de precipitaciones en la época de lluvias y un decremento en la época de bajas lluvias.

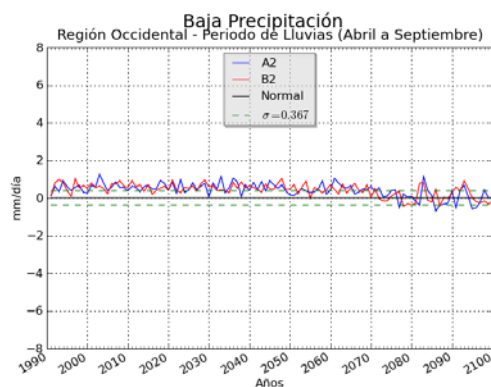


Figura 8a : Tendencia de la anomalía de la precipitación en la región Occidental o Chaco para el periodo de lluvias bajas (abr-set). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

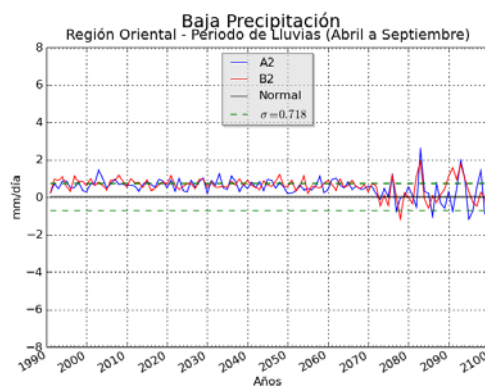


Figura 8b: Tendencia de la anomalía de la precipitación en la región Oriental para el periodo de lluvias bajas (abr-set) Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90).

4.2 Escenarios climáticos regionales futuros para la temperatura

4.2.1 Temperatura máxima media

Sin lugar a duda que el incremento de la temperatura es el más significativo sobre Paraguay, específicamente la temperatura máxima media. En los gráficos de la tendencia de la temperatura máxima media en la región Occidental (ver figura 9a y 9b) se puede notar que para el verano la tendencia se mantiene positiva y que a partir de 2050 se mantiene prácticamente por encima de la desviación estándar para el periodo normal (1961-90), para ambos escenarios.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

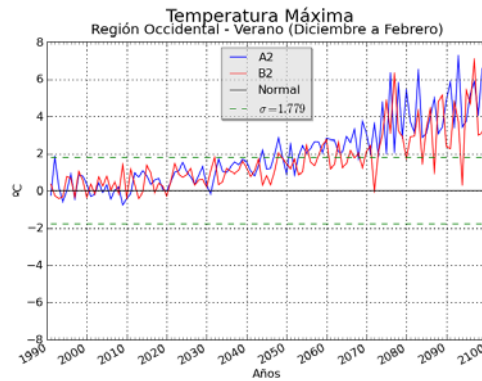


Figura 9a : Tendencia de la anomalía de la temperatura máxima media en la región Occidental o Chaco para la época de verano (dic-feb). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

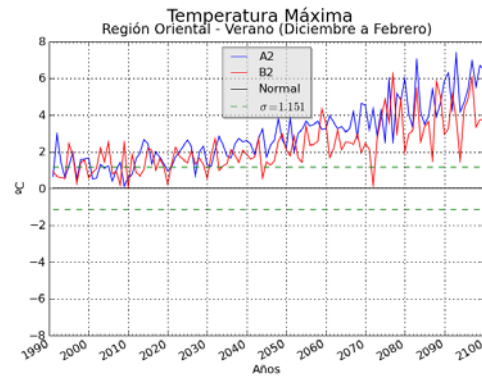


Figura 9b: Tendencia de la anomalía de la temperatura máxima media en la región Oriental para la época de verano (dic-feb). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

La situación no es muy diferente para el invierno, aunque se observa un incremento menor, la tendencia se mantiene positiva y en la región Occidental ocurre lo mismo a partir de 2050 la temperatura máxima media se mantiene por encima de la desviación estándar para el invierno, en cambio para la región Oriental se ve que a partir del 2040 ya se observa dicho incremento (ver figuras 10 a y b).

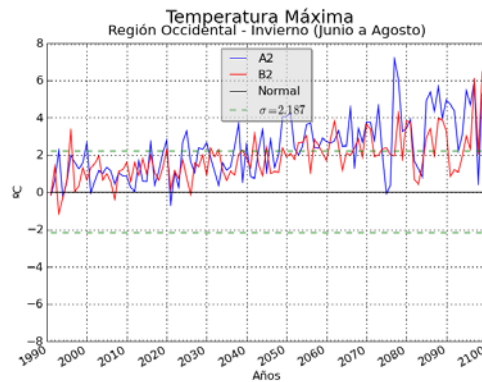


Figura 10a: Tendencia de la anomalía de la temperatura máxima media en la región Occidental o Chaco para la época de invierno (jun-ago). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

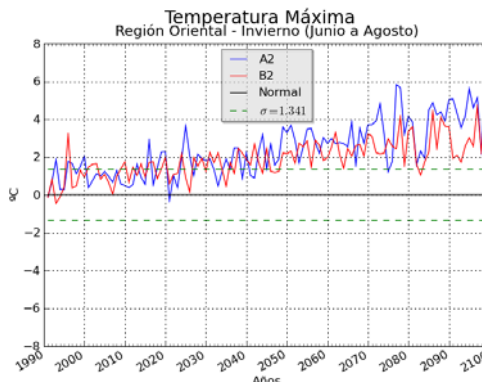


Figura 10b: Tendencia de la anomalía de la temperatura máxima media en la región Oriental para la época de invierno (jun-ago). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

Se puede determinar que el incremento de la temperatura máxima es bastante significativo en ambas regiones y en las dos épocas del año (invierno y verano), con un mayor incremento en verano.

4.2.2 Temperatura media

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

Al igual que la temperatura máxima media, la temperatura media muestra una tendencia positiva en ambas regiones y para ambos escenarios, lo que sobresale es que en la región Oriental el incremento es mayor ya que prácticamente desde 2010 esta se mantiene por encima de una desviación estándar, en cambio en la región Occidental este cambio se observa recién a partir de 2050 (ver figuras 11 a y b).

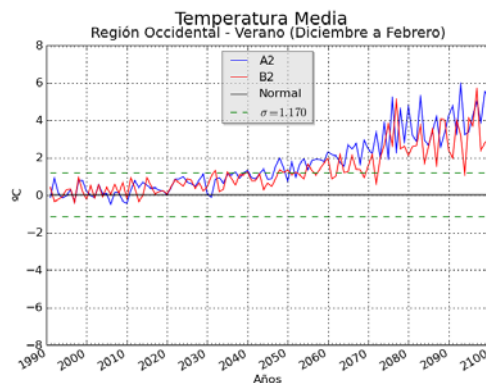


Figura 11a: Tendencia de la anomalía de la temperatura media en la región Occidental o Chaco para la época de verano (dic-feb). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

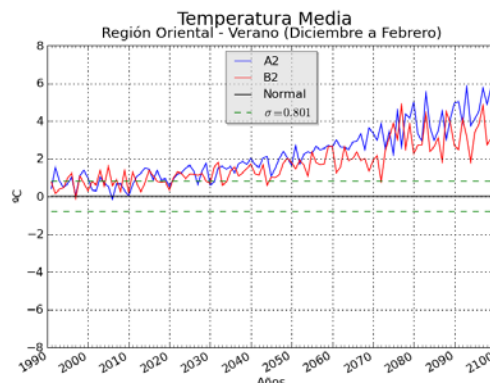


Figura 11b: Tendencia de la anomalía de la temperatura media en la región Oriental para la época de verano (dic-feb). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

En la época de invierno la temperatura también muestra tendencias positivas para ambas regiones y escenarios, y en este caso también sobresale el hecho de que en la región Oriental la anomalía ya se encuentra por encima de la desviación estándar de la normal (1961-90) a partir de 2030, en cambio en la región Occidental a partir de 2040 (ver figuras 12 a y b).

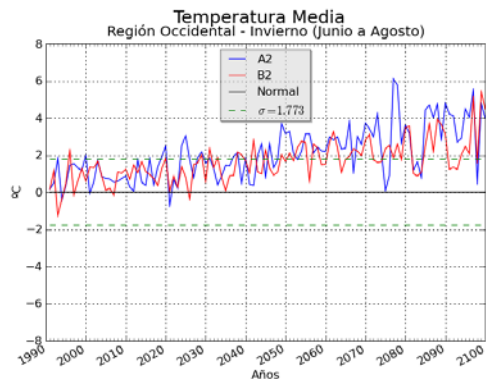


Figura 12a: Tendencia de la anomalía de la temperatura media en la región Occidental o Chaco para la época de invierno (jun-ago). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

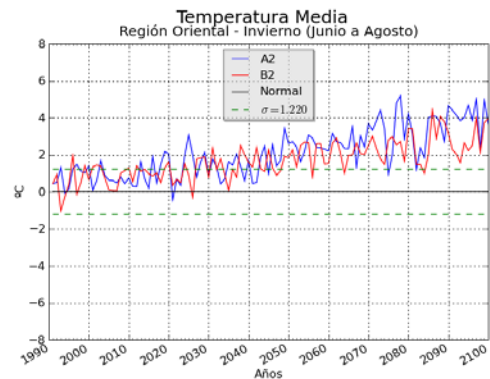


Figura 12b: Tendencia de la anomalía de la temperatura media en la región Oriental para la época de invierno (jun-ago). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

Lo que se puede deducir de esto es que para ambas regiones, estaciones (invierno y verano) la temperatura media experimenta un incremento significativo a partir de 2030 y que el incremento podría estar entre 3 a 4 °C para el 2100.

4.2.3 Temperatura mínima media

La tendencia de la temperatura mínima media en verano para ambas regiones y en ambos escenarios, muestra una tendencia claramente positiva (ver figura 13 a y b), en la región Occidental la tendencia tiende a estar por encima de la desviación estándar del periodo normal (1961-90) a partir del 2030, al igual que en la región Oriental.

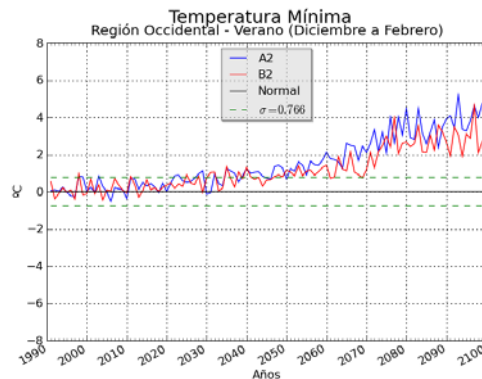


Figura 13a: Tendencia de la anomalía de la temperatura mínima media en la región Occidental o Chaco para la época de verano (dic-feb). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

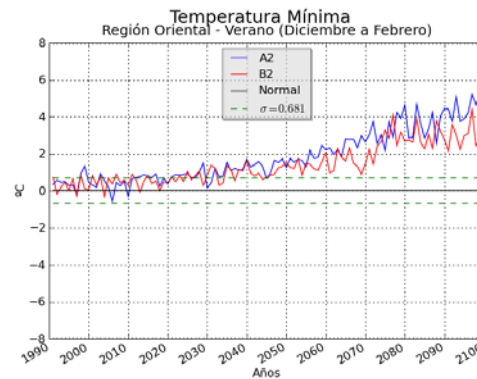


Figura 13b: Tendencia de la anomalía de la temperatura mínima media en la región Oriental para la época de verano (dic-feb). Las anomalías se han calculado con respecto a la normal (1961-90)

Para la época de invierno la temperatura mínima media también muestra una clara tendencia positiva para ambas regiones y para los dos escenarios, se puede notar que el incremento llega a estar por encima de la normal (1961-90) en una desviación estándar a partir de 2040 (ver figuras 14 a y b).

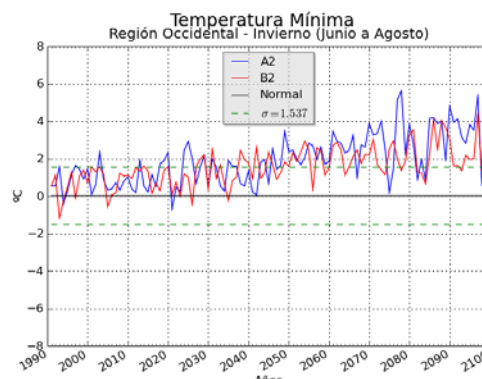


Figura 14a: Tendencia de la anomalía de la temperatura mínima media en la región Occidental o Chaco para la época de invierno (jun-ago). Las anomalías se han calculado con respecto a la

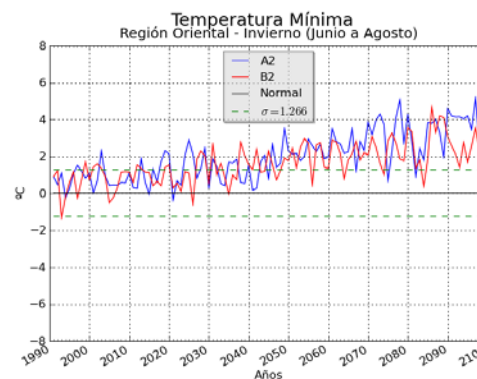


Figura 14b: Tendencia de la anomalía de la temperatura mínima media en la región Oriental para la época de invierno (jun-ago). Las anomalías se han calculado con respecto a la

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

normal (1961-90)

normal (1961-90)

Se puede resaltar que la temperatura mínima media tiene una tendencia positiva en ambas estaciones (verano e invierno) y en ambas regiones (Occidental y Oriental).

5. Determinación de eventos extremos

5.1 Clasificación de los eventos extremos en precipitación

Definimos en forma general los eventos extremos por sequía o inundación, olas de calor o frío, según el ámbito de estudio o su finalidad. Existen abundantes bibliografía en la que podemos encontrar diferentes definiciones y distinciones de los diferentes tipos de sequía y el evento opuesto, años húmedos. En el contexto de las precipitaciones destacamos la calificación del INM (Instituto Nacional de Meteorología-Ministerio de Medio Ambiente, España). Utiliza el método de los percentiles para clasificar los meses o años en cinco categorías.

Tabla 1. Clasificación de percentiles para precipitación

CLASIFICACION	PERCENTILES
Muy seco	0-20
Seco	20-40
Normal	40-60
Húmedo	60-80
Muy húmedo	80-100

Para el caso de estudio de Paraguay lo que se pretende es hallar los eventos extremos y además poder hacer una clasificación de los mismos según su intensidad.

Para ello hemos preparado la siguiente clasificación

Tabla 2. Clasificación de fenómenos extremos de precipitación y su intensidad por medio de los percentiles.

Clasificación	Percentiles
Extremadamente Seco	0-1
Muy seco	1-5
Seco	5-10
Aproximadamente normal	10-90
Húmedo	90-95
Muy húmedo	95-99
Extremadamente húmedo	99-100

Una vez caracterizado los límites de cada clasificación se procedió a hacer la selección de casos para el periodo 2010-2100.

Figura 2. Selección de casos de los eventos extremos de acuerdo a la clasificación de percentiles por intensidad de los mismos de acuerdo a la tabla 2.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

**RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE EVENTOS EXTREMOS
PRECIPITACIÓN
ESCENARIO A2**

PRECIPITACIÓN ALTA (OCTUBRE A MARZO)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	1	2024-2025				
1 - 5	4	2044-2045	2048-2049	2054-2055	2070-2071	
5 - 10	4	2013-2014	2014-2015	2016-2017	2037-2038	
TOTAL 0-10	9					
90 - 95	5	2077-2078	2081-2082	2087-2088	2090-2091	2092-2093
95 - 99	4	2089-2090	2094-2095	2097-2098	2098-2099	
99 - 100	2	2079-2080	2093-2094			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	20					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	1	2024-2025				
1 - 5	3	2013-2014	2048-2049	2054-2055		
5 - 10	4	2014-2015	2017-2018	2026-2027	2046-2047	
TOTAL 0-10	8					
90 - 95	5	2082-2083	2083-2084	2087-2088	2089-2090	2092-2093
95 - 99	3	2094-2095	2097-2098	2099-2100		
99 - 100	2	2093-2094	2098-2099			
TOTAL 90-100	10					
TOTAL	18					

PRECIPITACIÓN BAJA (ABRIL A SETIEMBRE)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	2	2086	2095			
1 - 5	4	2077	2082	2091	2096	
5 - 10	5	2081	2087	2088	2089	2097
TOTAL 0-10	11					
90 - 95	4	2018	2043	2045	2058	
95 - 99	4	2023	2036	2061	2083	
99 - 100	1	2033				
TOTAL 90-100	9					
TOTAL	20					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	2	2086	2095			
1 - 5	4	2077	2091	2096	2099	
5 - 10	5	2073	2082	2088	2089	2100
TOTAL 0-10	11					
90 - 95	5	2029	2036	2058	2062	2094
95 - 99	3	2033	2076	2098		
99 - 100	2	2083	2093			
TOTAL 90-100	10					
TOTAL	21					

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

**PRECIPTACIÓN
ESCENARIO B2**

PRECIPITACIÓN ALTA (OCTUBRE A MARZO)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	1	2048-2049				
1 - 5	4	2022-2023	2023-2024	2032-2033	2055-2056	
5 - 10	5	2016-2017	2026-2027	2050-2051	2058-2059	2074-2075
TOTAL 0-10	10					
90 - 95	5	2073-2074	2076-2077	2082-2083	2084-2085	2093-2094
95 - 99	4	2072-2073	2087-2088	2090-2091	2091-2092	
99 - 100	2	2080-2081	2094-2095			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	21					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	1	2022-2023				
1 - 5	3	2032-2033	2055-2056	2074-2075		
5 - 10	4	2023-2024	2026-2027	2048-2049	2059-2060	
TOTAL 0-10	8					
90 - 95	5	2083-2084	2084-2085	2087-2088	2094-2095	2098-2099
95 - 99	3	2072-2073	2081-2082	2090-2091		
99 - 100	2	2080-2081	2093-2094			
TOTAL 90-100	10					
TOTAL	18					

PRECIPITACIÓN BAJA (ABRIL A SETIEMBRE)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	2	2078	2087			
1 - 5	4	2079	2080	2081	2099	
5 - 10	5	2073	2085	2096	2097	2100
TOTAL 0-10	11					
90 - 95	4	2036	2038	2054	2093	
95 - 99	3	2011	2021	2029		
99 - 100	1	2048				
TOTAL 90-100	8					
TOTAL	19					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	2	2078	2100			
1 - 5	4	2073	2075	2085	2097	
5 - 10	5	2081	2084	2087	2096	2099
TOTAL 0-10	11					
90 - 95	4	2021	2054	2082	2090	
95 - 99	3	2048	2076	2091		
99 - 100	2	2083	2093			
TOTAL 90-100	9					
TOTAL	20					

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

5.2. Clasificación de los eventos extremos en temperatura

Tabla 3. Clasificación de fenómenos extremos de temperatura y su intensidad por medio de los percentiles.

Clasificación	Percentiles
Extremadamente caliente	0-1
Muy caliente	1-5
Caliente	5-10
Aproximadamente normal	10-90
Frío	90-95
Muy frío	95-99
Extremadamente frío	99-100

Una vez caracterizado los límites de cada clasificación se procedió a hacer la selección de casos para el periodo 2010-2100.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

**RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE EVENTOS EXTREMOS
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA
ESCENARIO A2**

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA VERANO (DICIEMBRE A FEBRERO)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	0					
1 - 5	1	2010-2011				
5 - 10	2	2011-2012	2031-2032			
TOTAL 0-10	3					
90 - 95	5	2078-2079	2080-2081	2087-2088	2091-2092	2096-2097
95 - 99	3	2076-2077	2083-2084	2097-2098		
99 - 100	2	2093-2094	2099-2100			
TOTAL 90-100	10					
TOTAL	13					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	0					
1 - 5	0					
5 - 10	4	2010-2011	2011-2012	2020-2021	2027-2028	
TOTAL 0-10	4					
90 - 95	5	2076-2077	2080-2081	2090-2091	2096-2097	2098-2099
95 - 99	3	2091-2092	2097-2098	2099-2100		
99 - 100	2	2083-2084	2093-2094			
TOTAL 90-100	10					
TOTAL	14					

TEMPERATURA MEDIA INVIERNO (JUNIO A AGOSTO)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	1	2021				
1 - 5	2	2012	2075			
5 - 10	5	2011	2017	2023	2033	2076
TOTAL 0-10	8					
90 - 95	5	2085	2090	2091	2099	2100
95 - 99	4	2086	2088	2095	2097	
99 - 100	2	2077	2078			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	19					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	1	2021				
1 - 5	1	2011				
5 - 10	5	2010	2012	2017	2023	2033
TOTAL 0-10	7					
90 - 95	5	2073	2086	2090	2096	2100
95 - 99	4	2078	2091	2095	2097	
99 - 100	2	2077	2099			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	18					

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA
PARQUE SAN RAFAEL.**

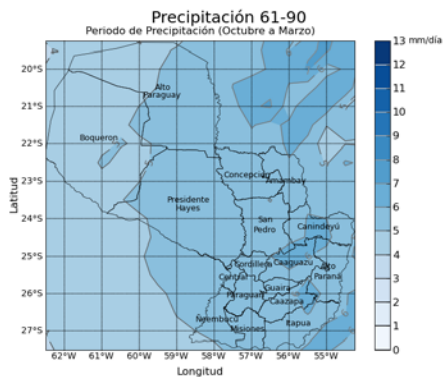
**RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE EVENTOS EXTREMOS
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA
ESCENARIO B2**

TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA VERANO (DICIEMBRE A FEBRERO)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	1	2013-2014				
1 - 5	1	2010-2011				
5 - 10	2	2017-2018	2020-2021			
TOTAL 0-10	4					
90 - 95	5	2083-2084	2086-2087	2092-2093	2093-2094	2096-2097
95 - 99	4	2075-2076	2088-2089	2089-2090	2095-2096	
99 - 100	2	2077-2078	2097-2098			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	15					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	2	2010-2011	2072-2073			
1 - 5	1	2020-2021				
5 - 10	2	2030-2031	2044-2045			
TOTAL 0-10	5					
90 - 95	5	2059-2060	2075-2076	2079-2080	2095-2096	2096-2097
95 - 99	4	2083-2084	2088-2089	2089-2090	2092-2093	
99 - 100	2	2077-2078	2097-2098			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	16					

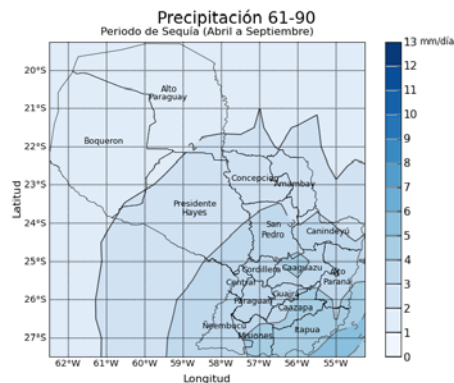
TEMPERATURA MEDIA INVIERNO (JUNIO A AGOSTO)						
REGIÓN OCCIDENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	0					
1 - 5	1	2026				
5 - 10	3	2011	2021	2083		
TOTAL 0-10	4					
90 - 95	5	2062	2070	2080	2081	2086
95 - 99	4	2078	2088	2089	2100	
99 - 100	2	2097	2099			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	15					
REGIÓN ORIENTAL						
PERCENTIL	FRECUENCIA	AÑOS				
0 - 1	0					
1 - 5	1	2026				
5 - 10	2	2021	2035			
TOTAL 0-10	3					
90 - 95	5	2062	2080	2081	2089	2090
95 - 99	4	2078	2086	2088	2100	
99 - 100	2	2097	2099			
TOTAL 90-100	11					
TOTAL	14					

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE EXPANSIÓN DE BIOMASA EN UN BOSQUE DEL BLOQUE SUR DEL BAAPA, RESERVA PARA PARQUE SAN RAFAEL.

MAPAS NORMALES (1961-90)



Precipitación media (mm/día) para el periodo normal (1961-90) en la época de precipitación alta (octubre a marzo).



Precipitación media (mm/día) para el periodo normal (1961-90) en la época de precipitación baja (abril a septiembre).

