

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ASPECTOS INTRODUCTORIOS PARA LA MODELACIÓN ECOHIDROLÓGICA DEL ECOSISTEMA DE RIBERA	1
1.2	OBJETIVOS	2
1.3	HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA GENERAL	3
2.	CONCEPTOS Y ESCALAS DE ESTUDIO DE LA ZONA DE RIBERA Y SU VEGETACIÓN	4
2.1	CONCEPTOS DE LA ZONA DE RIBERA	4
2.1.1	La zona de ribera	4
2.1.2	Paisaje de ribera	6
2.1.3	Ecosistema de ribera	6
2.1.4	Vegetación de ribera: bosque de ribera y bosque de galería	6
2.1.5	Corredor de ribera	7
2.2	ECOLOGÍA DE LA ZONA DE RIBERA: INTERACCIÓN DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS	8
2.2.1	Naturaleza y estudio de la interacción	8
2.2.2	Efecto del régimen hídrico del río sobre la zona de ribera y su vegetación	9
2.3	IMPORTANCIA DE LA ZONA DE RIBERA Y SU VEGETACIÓN	12
2.4	ESCALAS ESPACIAL Y TEMPORAL PARA EL ESTUDIO DE LAS INTERACCIONES EN LA ZONA DE RIBERA	13
2.4.1	Escala de ribera para el estudio de interacción de factores	14
3.	FUNDAMENTOS DE ECOLOGÍA, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN	18
3.1	ECOLOGÍA VEGETAL	18
3.1.1	La comunidad vegetal	19
3.1.2	Clasificación de la vegetación: destacando los “tipos o grupos funcionales de vegetación”	20
3.1.2.1	Tipos o Grupos funcionales de vegetación (TFV o PFG)	21
3.1.3	La sucesión vegetal	22
3.1.4	Patrón de distribución de las plantas	24
3.2	OTROS MODELOS DE LAS INTERACCIONES ECOLÓGICAS	25
3.2.1	La Ecología del Paisaje	25
3.2.2	La Ecofisiología Vegetal	25

3.2.3	La Ecohidrología	26
3.2.4	Otros modelos enfocados en la dinámica de la vegetación	27
3.3	ALGUNOS PARÁMETROS DE VEGETACIÓN	29
3.3.1	La Cobertura	29
3.3.2	La Densidad	29
3.3.3	La Frecuencia	29
3.3.4	La Biomasa y la Producción	29
3.3.5	Índice de área foliar (IAF)	31
3.4	EL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN	32
3.4.1	Efectos del estrés hídrico en el crecimiento y desarrollo de las plantas	34
3.4.2	La competencia por los recursos	38
4.	FUNDAMENTOS DE HIDROLOGÍA	40
4.1	AGUA EN LA ZONA NO SATURADA	40
4.1.1	Porosidad y Contenido de humedad	41
4.1.2	Nivel freático	41
4.2	LEY DE DARCY	42
4.2.1	Conductividad hidráulica	43
4.3	FLUJO EN LA ZONA NO SATURADA	43
4.3.1	Curvas características de la zona no saturada: Curva de retención e Histéresis	44
4.3.2	Conductividad hidráulica del medio no saturado	46
4.3.3	Almacenamiento de agua en la zona no saturada	48
4.3.4	Flujo transitorio en medio no saturado: ecuación de Richards	49
4.4	RELACIONES AGUA – SUELO – PLANTA: USOS DEL AGUA POR LAS PLANTAS	50
4.4.1	Potencial hídrico	50
4.4.2	Agua útil para las plantas	52
4.4.2.1	Capacidad de campo y punto de marchitez permanente	52
4.4.2.2	Agua útil	53
4.4.3	Continuo suelo – planta – atmósfera	54
4.5	EVAPOTRANSPIRACIÓN	56
4.5.1	Evapotranspiración potencial (ETP) y su estimación	57
4.5.2	Evapotranspiración real (ETr): efectos de la disponibilidad de agua del suelo	59
5.	CONSIDERACIONES PARA MODELAR PROCESOS HIDROLÓGICOS Y DE VEGETACIÓN EN LA ZONA DE RIBERA	65
5.1	RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DEL RÍO Y EL NIVEL FREÁTICO EN LA RIBERA	66

5.2	GRADIENTE DE HUMEDAD TRANSVERSAL EN LA ZONA DE RIBERA	68
5.3	CLASIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIBERA Y SU VEGETACIÓN	68
5.3.1	Los tipos funcionales de vegetación (PFT) de la ribera	70
5.4	LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA RIBERA VARÍA EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO, LAS FUENTES DE AGUA Y LAS PROPIEDADES DEL TIPO DE VEGETACIÓN	72
5.4.1	Fuentes de agua para la vegetación	73
5.4.2	Anotaciones sobre los requerimientos de agua por la vegetación de ribera	74
5.4.3	Efectos de los cambios en la disponibilidad de agua por variaciones del nivel freático	76
5.4.4	Algunas respuestas fisiológicas de la vegetación de ribera ante cambios en la disponibilidad de agua	77
5.4.5	Adaptaciones vegetales provenientes del sistema de raíces: relevancia del ascenso hidráulico radicular	78
5.5	EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET) DE LA RIBERA	80
5.5.1	Métodos para estimar la ET de la ribera	82
5.5.2	Método de estimación de la ET de ribera considerando los contenidos de humedad del suelo (Altier et al, 2002; Inamdar et al, 1999; Lowrance et al, 2000)	84
5.5.3	Estimación de la ET para grupos funcionales de vegetación de ribera: el modelo RIP-ET (Baird et al, 2004; Baird y Maddock III, 2005; Maddock III y Baird, 2003)	85
5.6	APLICACIÓN DE SENSORES REMOTOS EN ZONA DE RIBERA: DESTACANDO LA ESTIMACIÓN DE LA ET	88
5.7	OTROS MODELOS RELEVANTES QUE ABORDAN PROCESOS INTERNOS (HIDROLOGÍA Y VEGETACIÓN) DE LA RIBERA	90
5.7.1	Modelo de vegetación – hidrología de ecosistemas de ribera de <i>Prosopis velutina</i> (Stromberg, 1993)	90
5.7.2	Riparian Ecosystem Management Model “REMM” (Altier et al, 2002; Inamdar et al, 1999 ^a ; Lowrance et al, 2000)	92
5.7.3	Modelación de las interacciones de la vegetación con el flujo del cauce en valles aluviales de la región mediterránea (Brookes et al, 2000)	94
5.8	ANOTACIONES SOBRE MODELOS ENFOCADOS EN FACTORES EXTERNOS A LA RIBERA O EN EL EFECTO DE LAS INUNDACIONES	95

5.9	ANOTACIONES SOBRE MODELOS ENFOCADOS EN GESTIÓN FORESTAL Y RESTAURACIÓN DE LA ZONA DE RIBERA	96
5.10	ALGUNOS SITIOS WEB RELACIONADOS CON ECOSISTEMAS DE RIBERA	98
6.	CONCEPTUALIZACIÓN DEL MODELO DE AGUA Y VEGETACIÓN DE RIBERA “RIBAV”	100
6.1	FUNDAMENTOS ECOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS Y DISCRETIZACIÓN ESPACIAL DEL MODELO “RIBAV”	100
6.2	PARÁMETROS DE SUELO Y DE VEGETACIÓN DEL MODELO “RIBAV”	100
6.3	DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS E HIDRÁULICOS DE ENTRADA DEL MODELO “RIBAV”	103
6.4	DESCRIPCIÓN DEL MODELO RIBAV: MOVIMIENTOS DE AGUA EN LA RIBERA	104
6.4.1	Ascenso hidráulico radicular “HLw(t)”	106
6.4.2	Ascenso capilar desde la zona saturada “Ufw(t)”	107
6.4.3	Evapotranspiración real “ETRtot(t)”	108
6.5	ÍNDICES DEL MODELO RIBAV PARA LA ZONIFICACIÓN DE RIBERAS DE REGIONES SEMIÁRIDAS O CON ESTRÉS HÍDRICO	111
6.5.1	Índice de Evapotranspiración del modelo RibAV “ETindex”	111
6.5.2	Índice de Estrés Hídrico Dinámico “WDst”	113
6.5.3	Índice de evapotranspiración en períodos de conectividad radicular con la zona saturada “ETconect”	114
6.5.4	Índices de eficiencia y matriz de confusión para la calibración y validación del modelo RibAV	115
7.	APLICACIÓN DEL “MODELO RIBAV” PARA ZONIFICAR LA RIBERA EN REGIONES SEMIÁRIDAS	118
7.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	118
7.2	VEGETACIÓN E HIDROLOGÍA DE CUENCAS DE LA SIERRA DE LAS MINAS Y VALLE DEL MOTAGUA: RÍO TECULUTÁN Y RÍO UYÚS.	119
7.3	INFORMACIÓN BÁSICA Y MÉTODOS DE MUESTREO EN CAMPO DE LOS TRAMOS Y RIBERAS DE LOS RÍOS UYÚS Y TECULUTÁN.	122
7.3.1	Ubicación de las riberas y tramos para la modelación con RibAV	123

7.3.2 Datos generales de geología y suelos del área de estudio	124
7.3.3 Metodología para la clasificación de la vegetación de ribera: levantado de información en campo y gabinete	125
7.3.4 Metodología para la caracterización físico química de los suelos: levantado de información en campo y laboratorio	125
7.4 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO RIBAV EN TRAMOS Y RIBERAS DE LOS RÍOS UYÚS Y TECULUTÁN.	126
7.4.1 Series hidrometeorológicas para las riberas y tramos de los ríos Uyús y Teculután	126
7.4.2 Tipos funcionales de vegetación de ribera de los transectos de los ríos Uyús y Teculután	131
7.4.2.1 Ordenación de la vegetación de ribera del río Uyús:	132
7.4.3 Caracterización de las secciones transversales de río y riberas de Uyús y Teculután: construcción de curvas caudal-nivel	138
7.4.4 Parámetros de suelo y de vegetación de los transectos de río y zonas de ribera de Uyús y Teculután	145
7.4.4.1 Parámetros de suelo:	145
7.4.4.2 Parámetros de vegetación:	146
7.4.5 Puntos de simulación de bosques de ribera y bosque seco de Uyús y Teculután para calibrar y validar el Modelo RibAV v1.0	150
7.4.6 Índices de eficiencia de calibración y validación del modelo RibAV	155
7.4.7 Resultados de la validación del Modelo RibAV mediante el índice de evapotranspiración “ETindex”: bosques de ribera y bosque seco del río Teculután	158
7.4.8 Análisis del índice de evapotranspiración “ETindex” característico de los distintos TFV simulados con RibAV	160
7.4.9.1 Breve descripción de la relevancia del ascenso hidráulico radicular para el balance hídrico en la ribera mediante modelación con RibAV:	166
7.4.9.2 Comparación de resultados del “ETindex” de RibAV con otras predicciones de ausencia/presencia de TFV basadas en índices de estrés hídrico, conectividad radicular con el nivel freático y diferencia de cota respecto al thalweg del río	167
7.4.9.6 Síntesis comparativa de los índices de Predicción Presencia/Ausencia analizados:	174
CONCLUSIONES	175
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179

