



**Estudio: Resultado de la estructura –
funcionamiento de herramienta de prospectiva**
Diseño de una herramienta para generar y actualizar
proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero y
estimaciones de escenarios de mitigación para el sector UTCUTS
como parte del sistema de inventario y prospectivas del sector
silvoagropecuario.



www.odepa.gob.cl



Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

Estudio: Resultado de la estructura – funcionamiento de herramienta de prospectiva.

Diseño de una herramienta para generar y actualizar proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero y estimaciones de escenarios de mitigación para el sector UTCUTS como parte del sistema de inventario y prospectivas del sector silvoagropecuario.

Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile

Artículo producido y editado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – Odepa. Ministerio de Agricultura

El presente documento es susceptible de ser reproducido total o parcialmente bajo condición de que sea citada su fuente. Se hace presente que, si bien el trabajo ha sido encargado por la Odepa, las conclusiones de que da cuenta no necesariamente representan la opinión de esta última.

Directora Nacional y Representante Legal: Andrea García Lizama

Informaciones:

Teatinos #40, piso 7, Santiago Chile.

Casilla 13.320 – correo 21

Código postal 8340700

Teléfono: 800 630 990

www.odepa.gob.cl e-mail: odepa@odepa.gob.cl

RESULTADO DE LA ESTRUCTURA - FUNCIONAMIENTO DE HERRAMIENTA DE PROSPECTIVA

Diseño de una herramienta para generar y actualizar proyecciones
De emisiones de gases de efecto invernadero y estimaciones de
escenarios de mitigación para el sector UTCUTS como parte del
sistema de inventario y prospectivas del sector silvoagropecuario



Producto 3

Indice

Propuesta de un Sistema para la proyección de Escenarios de Mitigación al Cambio Climático del sector Uso de la Tierra, Cambio de uso de la tierra y Silvicultura (UTCUTS)	2
Introducción	2
Antecedentes actuales	2
Antecedentes Metodológicos.....	3
Propuesta de mejoras, ajustes y/o modificaciones	5
Base de datos de factores de emisión	5
Módulo de Gestión de Escenarios	9
Estructura y Funcionamiento de la herramienta de proyección	11
Pantalla Principal	11
1. Pantalla para la definición de escenarios.....	11
2. Pantalla definición de parámetros.....	12
3. Pantalla de pautas de manejo.....	13
4. Pantalla de Análisis económico	14
5. Pantalla de Resultados	15
ANEXO	16

Indice de Figuras

FIGURA 1. DISEÑO LÓGICO BASE DE DATOS	7
FIGURA 3 DETALLE PANTALLA INICIAL SISTEMA PROSPECTIVA	11
FIGURA 4 DETALLE PANTALLAS DE DEFINICIÓN DE ESCENARIOS	12
FIGURA 5 DETALLE PANTALLA DE PARÁMETROS	13
FIGURA 6 DETALLE DE PANTALLA DE ESQUEMAS DE MANEJO	14
FIGURA 7 DETALLE PANTALLA ANÁLISIS ECONÓMICO	15

Propuesta de un Sistema para la proyección de Escenarios de Mitigación al Cambio Climático del sector Uso de la Tierra, Cambio de uso de la tierra y Silvicultura (UTCUTS)

Introducción

Los compromisos del estado de Chile relativos al Cambio climático, en especial aquellos relacionados a la Contribuciones Determinada Nacionalmente (NDC) que consideran la participación de los ecosistemas boscosos a través de la forestación y manejo y restauración de bosque nativo, presuponen una serie de acciones tanto en lo político como en lo técnico. Efectivamente, y específicamente en lo técnico esta obligación supone contar con herramientas que permitan generar actualizaciones de las proyecciones de los gases de efecto invernadero (GEI) y facilitar la proyección de escenarios de mitigación.

En el contexto de lo anterior se ha concebido por parte de la Oficina de estudios y Planificación Agraria (ODEPA) la presente consultoría cuyo objetivo general es el “Diseñar una herramienta y/o sistema de análisis técnico para generar y actualizar proyecciones de emisiones de GEI y estimaciones de escenarios de mitigación como parte del Sistema de Inventario y Prospectiva de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector silvoagropecuario”. Lo anterior como parte de una estructura organizacional dentro del Ministerio de Agricultura para generar actualizaciones periódicas de proyecciones y escenarios de mitigación que sirvan como base para la toma de decisiones de política pública en temas de mitigación al cambio climático a nivel sectorial.

Antecedentes actuales

Hasta ahora las proyecciones del sector UTCUTS se han realizado considerando lo siguiente:

- Datos estructurados en forma de planillas interrelacionadas de factores de emisión y datos de actividad
- Modelo de datos no formalizado en una base de datos relacional que facilite su administración, i.e., almacenamiento y gestión de datos y resultados
- Interface datos–usuario no existe como apoyo a la gestión de escenarios de mitigación, solo se proyecta por medio de cambios de parámetros en planilla.
- Dado lo anterior el análisis de sensibilidad resulta más lento y engorroso.
- Visualización de datos ya sean tablas resúmenes o gráficos se ejecuta mediante las utilidades asociadas a las planillas Excel.

Antecedentes Metodológicos

Un sistema para la proyección de escenarios de mitigación al cambio climático es una herramienta valiosa para los gobiernos, las empresas y las organizaciones no gubernamentales y otras partes interesadas permitiendo apoyar el proceso de toma de decisiones y la elaboración de políticas e instrumentos de política conducentes a promover la mitigación de los efectos del cambio climático con base sectorial. Este software podría ayudar a estas entidades a tomar decisiones informadas sobre cómo reducir las emisiones de GEI y mitigar los impactos del cambio climático. Un sistema para la gestión de escenarios de mitigación al cambio climático debe incluir las siguientes funcionalidades:

- **Base de datos de factores de emisión:** frente a cualquier requerimiento de escenarios de mitigación de emisiones se debe contar con una base de datos de factores de emisiones y de sus relaciones funcionales asociadas y los que deben ser objeto de actualizaciones permanentes. Adicionalmente, este modelo de datos debería almacenar los distintos escenarios generados.
- **Gestión de escenarios:** El software debería permitir al usuario crear y gestionar diferentes escenarios de mitigación. Esto permitiría a los usuarios explorar diferentes opciones y evaluar sus implicaciones.
- **Análisis de sensibilidad:** El software debería permitir al usuario realizar análisis de sensibilidad para evaluar cómo los cambios en los supuestos o parámetros afectan los resultados.
- **Visualización de datos:** El software debería proporcionar una visualización clara y concisa de los resultados. Esto facilitaría la comprensión de las implicaciones de los diferentes escenarios de mitigación.

Así un Sistema de proyecciones debería considerar los siguientes temas:

- **Modelado de emisiones**

El sistema de proyecciones debería ser capaz de modelar las emisiones de GEI bajo diferentes actividades económicas y humanas sectoriales. Esto debería hacerse utilizando los escenarios generados por modelos climáticos globales o regionales. En el entendido que los modelos climáticos utilizan ecuaciones matemáticas para representar el comportamiento del clima, el Sistema de proyecciones debería considerar estos inputs como insumos para sus proyecciones y análisis de los efectos del cambio climático.

- Evaluación de impactos

El sistema de proyecciones debería ser capaz de evaluar cuantitativamente los impactos de las condiciones climáticas en las emisiones de GEI. Esto debería hacerse utilizando modelos climáticos globales y regionales como insumos.

- Costos y Beneficios

El sistema de proyecciones debería permitir la evaluación de los costos y beneficios de las diferentes medidas de mitigación. A este respecto debería recurrirse al uso de modelos económicos que permitan analizar objetivamente los efectos en costos y beneficios económicos y ambientales para las diferentes medidas de mitigación.

- Gestión de escenarios

El sistema de proyecciones constituirá para el usuario una herramienta para crear y gestionar diferentes escenarios de mitigación, permitiendo a los usuarios explorar diferentes alternativas y evaluar sus implicaciones.

- Análisis de sensibilidad

El sistema de proyecciones permitirá al usuario realizar análisis de sensibilidad para evaluar cómo los cambios en los supuestos o parámetros impactan en los resultados facilitando el entendimiento de la incertidumbre asociada.

- Visualización de datos

El sistema de proyecciones proporcionará una herramienta de visualización de los resultados, facilitando la comprensión de las características asociadas a los diferentes escenarios de mitigación. Se sugiere utilizar funcionalidades de gráficos y tablas para presentar los resultados.

Propuesta de mejoras, ajustes y/o modificaciones

Se requiere avanzar en base de datos de factores de emisión y en el módulo de gestión de escenarios de proyección.,

Base de datos de factores de emisión

A objeto de realizar una proyección de escenarios de mitigación de emisiones es aconsejable diseñar e implementar una base de datos que almacene y administre los diversos factores de emisión necesarios para estimar las proyecciones de emisiones y absorciones y también contener información relativa a relaciones funcionales asociadas, los que deben ser objeto de actualizaciones permanentes. Adicionalmente, este modelo de datos debería almacenar los distintos escenarios generados y alimentar los cálculos que permiten estimar el efecto de las medidas de mitigación que se ponen a prueba.

Diseño conceptual

El diseño conceptual de una base de datos hace una descripción de la estructura de la base de datos, esto de manera independiente del gestor de Bases de Datos que se vaya a utilizar para administrarla. Su objetivo es simplemente describir en forma detallada el contenido de información de la base de datos.

En el contexto de lo anterior, se plantean en general los siguientes tipos de datos que se visualizan deben estar contenidos en la base de datos:

- Factores de expansión fustal aéreo
 - Fustal a ramas
 - Fustal a ramillas
 - Fustal a hojas.
- Factores de expansión suelo
 - Fustal a hojarasca
 - Fustal a raíces
- Tipos forestales
 - Tipos forestales-especies
 - Tipos forestales existencias
 - Tipos forestales crecimiento
 - Por tipo forestal
 - Por tipo forestal y clases de diámetro
 - Tipos forestales densidad de la madera
 - Por tipo
 - Por especies
- Coeficientes modelos de proyección

- Por tipo forestal
- Por especie

Diagrama entidad- relación

Tipo forestal	
PK	tipoFID
	tipoF_DESC

Especies	
PK	spID
	SpNAME_VERN
	SpNAME_CIENT

Densidad	
PK	spID
	Densidad

Crecimiento-sp	
PK	spID
	Crec

Crecimiento-Tipo forestal	
PK	tipoFID
	Crec

Crecimiento-Tipo forestal-cls	
PK	tipoFID
	CrecCLS1
	CrecCLS2
	.
	CrecCLSn

Factor	
PK	tipoFID
	FACTOR_Biom_aerea

FACTOR_Biom_raices

Existencias	
PK	tipoFID
	Stock_BRUT
	Stock_NET
	Stock_PULP
	Stock_ASERR

Diseño lógico

El diseño lógico de la base de datos consiste en la definición de las tablas que se necesita estructurar para contener la información descrita en la fase conceptual, así como también sus diversas relaciones entre cada tabla.

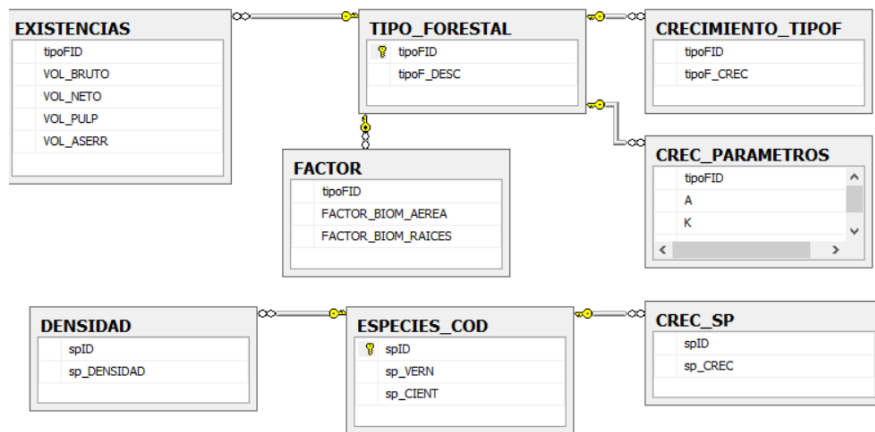


Figura 1. Diseño lógico base de datos

donde,

Tabla	Variable	Descripción	Tipo
Existencias	tipoFID	código identificación del tipo forestal	Int
Existencias	vol_bruto	volumen total por hectárea en m ³ ssc	Float
Existencias	vol_netto	volumen total neto por hectárea descontado por forma y calidad	Float
Existencias	vol_pulp	volumen neto total pulpable por hectárea	Float
Existencias	vol_aserr	volumen neto total aserrable por hectárea	Float
Tipo Forestal	tipoFID	código identificación del tipo forestal	Int
Tipo Forestal	tipoF_DESC	Descripción del tipo forestal asociado al tipoFID	Char
Crecimiento_tipoF	tipoFID	código identificación del tipo forestal	Int
Crecimiento_tipoF	tipoF_CREC	Tasa de crecimiento medio por hectárea en m ³ ssc	Float
Factor	tipoFID	código identificación del tipo forestal	Int
Factor	Factor_BIOM_AEREA	Factor de expansión biomasa fustal a biomasa aérea	Float
Factor	Factor_BIOM_RAICES	Factor de expansión biomasa total aérea a biomasa radicular	
Crec_PARAMETROS	tipoFID	código identificación del tipo forestal	Int
Crec_PARAMETROS	A	Valor parámetro A función logística	Float
Crec_PARAMETROS	K	Valor parámetro K función logística	Float
Crec_PARAMETROS	r	Valor parámetro r función logística	Float
Densidad	spID	código identificación de la especie	Int

Densidad	Sp_DENSIDAD	Densidad de la madera en ton/m ³ para la especie spID	Float
ESPECIES_COD	spID	código identificación de la especie	Int
ESPECIES_COD	sp_VERN	Nombre vernáculo de la spID	Char
ESPECIES_COD	sp_CIENT	Nombre científico de la spID	Char
CRECIMIENTO_SP	spID	código identificación de la especie	Int
CRECIMIENTO_SP	Sp_CREC	Tasa de crecimiento medio por hectárea en m ³ ssc para la spID	Float

Módulo de Gestión de Escenarios

Para identificar un escenario se debe contar con información respecto del factor mitigador o elemento clave de mitigación, su descripción, su impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero, su costo y su viabilidad, todos estos aspectos en su conjunto funcional constituyen medidas de mitigación. La combinación de estos elementos produce en su conjunto y la forma de ordenarlo en el tiempo y el espacio es lo que reconoce como escenarios de mitigación.

En el caso de los bosques el elemento clave de mitigación corresponde a cualquier individuo que se caracterice por realizar fotosíntesis, en general las especies arbóreas o de habito arbóreo son reconocidas como los principales elementos claves en la mitigación. Así, para constituir y gestionar escenarios de mitigación este debe estar estructurado de acuerdo a los siguientes aspectos.

- Marco legal y normativo vigente: Ya sea en la creación o gestión de las formaciones boscosas respecto de la instalación y utilización de estos, se debe considerar la normativa vigente respecto del territorio y las especies involucrados. Son estas normativas las que restringen y acotan las medidas de manejo forestal y las cortas factibles de aplicar.
- Periodo de proyección: Se refiere a cuál es el alcance temporal de la medida, generalmente expresadas en años asociados a una rotación, siendo este último la expresión del tiempo que se debe esperar para lograr el producto planeado.

- **Edad o estado de desarrollo:** Se refiere al punto de partida temporal a considerar para iniciar la proyección.
- **Existencias iniciales:** Se refiere a la presencia o ausencia de biomasa disponible en el territorio al momento de la proyección.
- **Crecimiento medio:** Se refiere a la tasa de crecimiento característica del estado de desarrollo o edad de la formación boscosa.
- **Composición de especies:** Se refiere a la lista de especies arbóreas que participan en el escenario lo que determina sus distintos porcentajes de distribución de biomasa en cada individuo.
- **Costos y viabilidad:** Cualquiera sea la medida a aplicarse esta debe ser viable en lo económico de forma de asegurar su sostenibilidad.

Estructura y Funcionamiento de la herramienta de proyección

Las siguientes pantallas comprenden la propuesta de funcionalidad del sistema de prospectiva a desarrollar para ODEPA. El sistema comprende cinco ítems de pantallas que permiten ejecutar los cálculos necesarios de acuerdo a los parámetros definidos como insumos de entrada. Las siguientes figuras detallan el layout de las variables e insumos necesarios para definir y evaluar las medidas de mitigación.

Pantalla Principal

Corresponde a la ventana inicial de interfaz entre el usuario y el sistema, en esta pantalla se incluirá un texto explicativo de lo que el usuario podrá encontrar en el sistema y su propósito y utilidades.



Figura 2 Detalle pantalla inicial sistema prospectiva

El sistema cuenta con cinco pantallas que debe operar el usuario, siendo estas las siguientes:

1. Pantalla para la definición de escenarios.

Corresponde a la pantalla que permite en forma explícita representar los escenarios de mitigación que se desean probar y se permite la identificación de hasta 2 especies que participan en el escenario, las cuales se deben seleccionar de una lista de especies disponibles en el sistema y especificar en qué proporción participaran en el escenario.

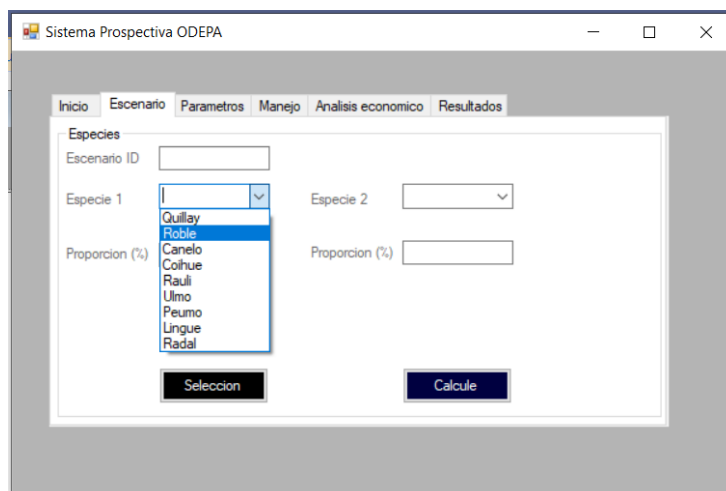
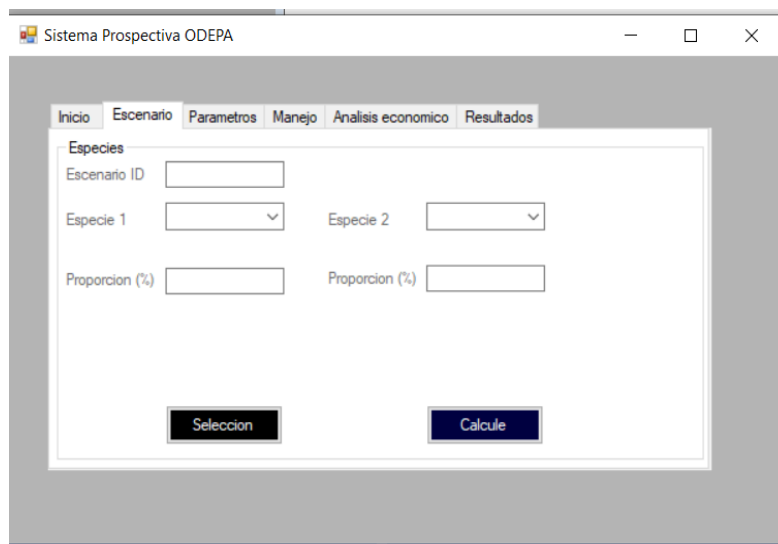


Figura 3 Detalle pantallas de definición de escenarios

2. Pantalla definición de parámetros

Esta pantalla describe los parámetros necesarios para evaluar los escenarios propuestos y ejecutar las proyecciones necesarias explicitando el periodo de proyección, los parámetros asociados a la función de crecimiento de la o las especies identificadas para la proyección. Adicionalmente, se rescatan los factores de biomasa de fuste, de ramas, de hojas y de corteza que determinarán la composición de la biomasa aérea. Por último, se detalla el factor de expansión de biomasa radicular. Todos estos factores y parámetros permitirán realizar la proyección.

The screenshot shows a software window titled 'Sistema Prospectiva ODEPA'. It has a menu bar with 'Inicio', 'Escenario', 'Parametros', 'Manejo', 'Analisis economico', and 'Resultados'. The 'Parametros' tab is active. The interface is organized into two main sections, 'Especie 1' and 'Especie 2'. Each section contains three input fields for parameters labeled 'A', 'K', and 'r'. To the right of these is a 'Manejo' section with four rows of input fields labeled 'Factor fustal (1/1)', 'Factor ramas (1/1)', 'Factor hojas (1/1)', and 'Factor corteza (1/1)'. Further to the right are two checkboxes labeled 'Biomasa aerea' and 'Biomasa raices'.

Figura 4 Detalle pantalla de parámetros

3. Pantalla de pautas de manejo

Los escenarios a proyectar comprenden especies y tipos de bosques que pueden requerir la aplicación de algún esquema de manejo que conduzca a optimizar la generación de productos. Así, esta pantalla permite identificar el tipo de manejo a aplicar y ejecutar la proyección bajo esos parámetros. Los parámetros más relevantes comprenden la proyección en años, la identificación de hasta cuatro esquemas de manejo, la oportunidad de corta intermedia en edad de ocurrencia y también edad de cosecha.

Sistema Prospectiva ODEPA

Inicio Escenario Parametros Manejo Análisis económico Resultados

Proyeccion (años) Especie 1 Especie 2

Esquema 1 Edad raleo desecho Edad raleo desecho

Esquema 2 Edad raleo 1 Edad raleo 1

Esquema 3 Edad raleo 2 Edad raleo 2

Esquema 4 Edad cosecha Edad cosecha

Sistema Prospectiva ODEPA

Inicio Escenario Parametros Manejo Análisis económico Resultados

Proyeccion (años) Especie 1 Especie 2

Esquema 1 Edad raleo desecho Edad raleo desecho

Esquema 2 Edad raleo 1 Edad raleo 1

Esquema 3 Edad raleo 2 Edad raleo 2

Esquema 4 Edad cosecha Edad cosecha

- Raleo a desecho
- 1 Raleo
- Cosecha

Figura 5 Detalle de pantalla de esquemas de manejo

4. Pantalla de Análisis económico

Se prevé incluir al sistema de prospectiva una ventana descriptiva de los resultados de rentabilidad económica asociada al esquema de manejo incluyendo tasa de interés, periodo de proyección, precios de productos y costos asociados a la gestión de manejo seleccionado en la pantalla de manejo.

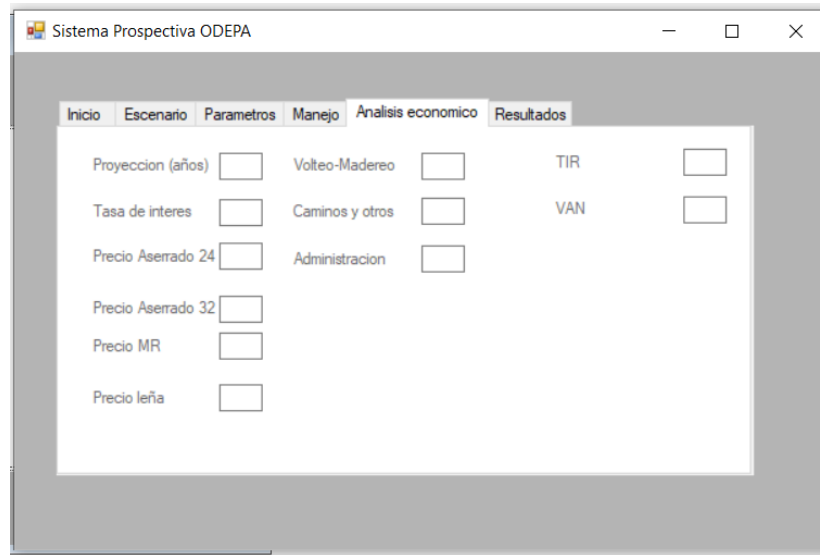


Figura 6 Detalle pantalla análisis económico

5. Pantalla de Resultados

Esta corresponde a la última pantalla, que describe los resultados obtenidos por la ejecución de los escenarios de mitigación a probar, su diseño se definirá en la etapa de desarrollo.

ANEXO

Densidad básica	
Quillay	0,58
Roble	0,47
Canelo	0,43
Coihue	0,50
Raulí	0,46
Ulmo	0,53
Peumo	0,50
Lingue	0,450
Radal	0,500

Factor expansion biomasa comercial arborea	
Especie	Factor de expansión (FEB)
Quillay	1,30
Roble	1,36
Canelo	1,40
Coihue	1,30
Raulí	1,50
Ulmo	1,31
Peumo	1,09
Lingue	1,63

Proporcion raices		
Especie	R	Fuente
Quillay	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Roble	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Canelo	0,2184	UACH & INFOR (2002)
Coihue	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Raulí	0,3324	UACH & INFOR (2002)
Ulmo	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Peumo	0,2869	UACH & INFOR (2002)

	Fuste	Ramas	Hojas	Corteza	Total	FEB
Quillay	77,0%	16,0%	7,0%		100,0%	1,30
Roble	73,6%	10,0%	1,2%	15,1%	100,0%	1,36
Canelo	71,6%	12,2%	3,8%	12,4%	100,0%	1,40
Coihue	69,7%	14,4%	5,6%	10,3%	100,0%	1,30
Raulí	66,8%	12,6%	2,4%	18,2%	100,0%	1,50
Ulmo	76,3%	10,0%	4,3%	9,4%	100,0%	1,31
Peumo	92%	7,8%	0,5%		100,0%	1,090760 3
Lingue	61%	14,6%	10,6%	13,4%	100,0%	1,629358 1

Proporcion raices		
Especie	R	Fuente
Quillay	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Roble	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Canelo	0,2184	UACH & INFOR (2002)
Coihue	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Raulí	0,3324	UACH & INFOR (2002)
Ulmo	0,2869	UACH & INFOR (2002)
Peumo	0,2869	UACH & INFOR (2002)

Factor Captura CO2	
Quillay	1,67
Roble	1,41
Canelo	1,30
Coihue	1,45
Raulí	1,58
Ulmo	1,55
Peumo	1,21
Lingue	1,63
Radal	1,55