

## 9. Anexo

### 9.1. Sintaxis de Speedup

A continuación se detallan ciertas aclaraciones sobre la sintaxis de los ficheros de entrada de Speedup. Estas aclaraciones han de servir para identificar las capacidades y restricciones del entorno de programación.

#### 9.1.1. Sección opciones

En la sección de opciones se encuentran valores para determinar distintos aspectos del entorno, de la integración y de la traducción. Las opciones son:

- Las rutinas numéricas utilizables
- Opciones utilizables durante el proceso de la traducción
- El nivel de avisos que genera el programa de traducción
- Parámetros (niveles de aviso, tolerancias, etc.) para la fase de ejecución

#### 9.1.2. Sección de declaración

La sección de declaración se usa para declarar las características de las diferentes variables y tipos de corrientes, que se usan en la programación total del problema. La característica más importante de la variable es su rango de valores.

Syntax for the Declare section	
<b>DECLARE</b>	
<b>TYPE</b>	<b>variable_type_statement</b>
<b>STREAM</b>	<b>stream_name</b>
<b>SET</b>	<b>parameter = value, etc.</b>
<b>TYPE</b>	<b>type_list</b>
* <b>COMPONENTS</b>	<b>component_list</b>
* <b>OPTIONS</b>	<b>pp_options_list</b>
* <b>THERMO</b>	<b>stream_name</b>
<b>CODE</b>	
<b>user_text</b>	
<b>\$ENDCODE</b>	

*Sub-sección de declaración de variables:*

Esta sub-sección define los tipos de variables usados en los distintos modelos dando un valor predeterminado tal como una banda alta y baja. Para la posterior visualización es posible indicar las unidades del tipo de variable. La unidad de la variable no está considerada por Speedup en la parte de las ecuaciones.

Syntax for Type subsection	
TYPE	
typename = preset : lower : upper	{ UNIT = units}
typename = preset : lower : upper	{ UNIT = units}
:	

**9.1.3. Sección de modelo**

Los modelos son la parte central de la definición de cada problema. Se requiere una sección de modelo para cada modelo definido en el problema. El modelo definido en la sección de modelo puede ser usado tantas veces como sea necesario.

Syntax for Model section	
MODEL modelname	
HELP	
help_text	
\$ENDHELP	
SET	
parameter1, parameter2,...	
constant1 = {*}value1, constant2 = {*}value2,...	
TYPE	
variable1,variable2,... AS	variable_type
	ARRAY(size) OF variable_type
STREAM	
INPUT	name variable1, variable2, ...
OUTPUT	
CONNECTION	
EQUATION	
expression1 = expression2 ;	
PROCEDURE	
(output_arg_list) procedure_name (input_arg_list) {	Input   name}
	Output

#### 9.1.4. Sección de “flowsheet”

La sección del “flowsheet” define todas las interconexiones entre las diferentes unidades de un problema. Las interconexiones pueden ser flujos reales de proceso, que se denominan con la palabra clave “Stream” o conexiones de información (nivel de un tanque, estado de un líquido), que se denominan como “Connections”.

Se necesita una mención en la sección “flowsheet” para cada flujo o conexión dentro del problema. Las entradas y salidas de cada unidad se definen en el modelo usado para esta unidad. Todas las entradas y salidas de todas las unidades tienen que estar asociadas a una corriente dentro de la sección de flowsheet. Ninguna entrada o salida puede ser usada varias veces.

Los puntos de conexión de cada unidad se definen también en el modelo usado para la unidad. Estos puntos pueden ser interconectados usando conexiones. No es necesario juntar todos los puntos de conexión, pueden haber puntos de conexión abiertos.

Syntax for the Flowsheet section	
FLWSHEET	
STREAM	stream_name connectivity_statement TYPE stream_type
:	

Donde el “connectivity\_statement” es de la forma:

FEED	name	IS	FEED	name
PRODUCT	name		PRODUCT	name
INPUT	name OF unit_name		INPUT	name OF unit_name

o bien:

CONNECTION	name OF unit_name	IS	CONNECTION	name OF unit_name
------------	-------------------	----	------------	-------------------





### 9.1.11. Sección de operación

En la sección de operación se especifican los datos de operación para el proceso. Es la parte que se modifica según las condiciones actuales del proceso.

Syntax for Operation section	
<b>OPERATION</b>	
<b>SET</b>	
<b>WITHIN</b> unit1	
variable = expression	{ : low_bound : up_bound }
:	
<b>WITHIN</b> unit2	
variable = expression	{ : low_bound : up_bound }
:	
<b>PRESET</b>	
<b>WITHIN</b> unit1	
variable = value	{ : low_bound : up_bound }
:	
<b>WITHIN</b> unit2	
variable = value	{ : low_bound : up_bound }
:	
<b>INITIAL</b>	
<b>WITHIN</b> unit1	
variable = value	{ : low_bound : up_bound }
:	
<b>WITHIN</b> unit2	
variable = value	{ : low_bound : up_bound }
:	
<b>SSTATE</b>	
<b>FREE</b>	
unit.variable	{ : scale }
:	

## **9.2. Referencia de los experimentos realizados**

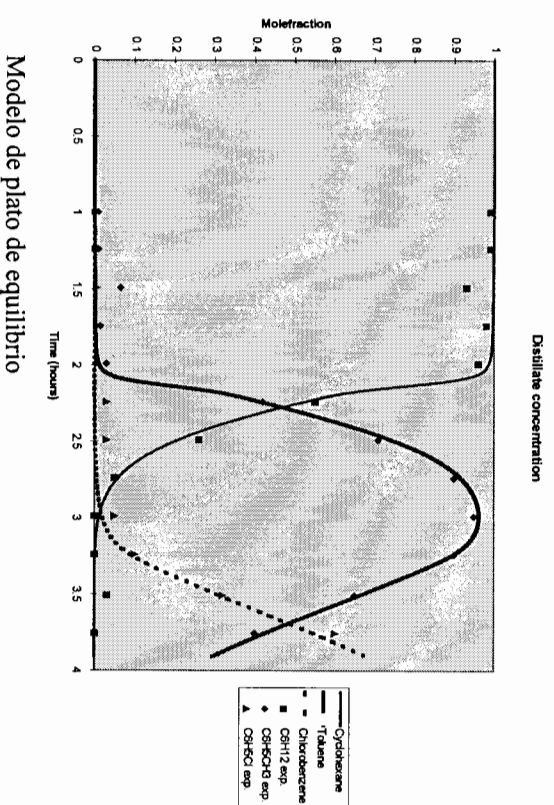
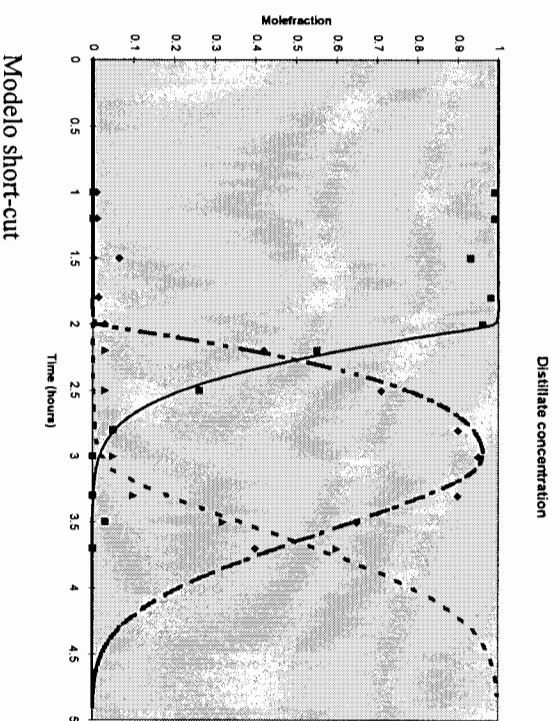
A continuación se hará referencia a todos los experimentos que se llevaron a cabo satisfactoriamente y que formaron la base del análisis y de las interpretaciones dadas en el capítulo 6.

### **9.2.1. Experimentos con la mezcla ciclohexano, tolueno y clorobenceno**

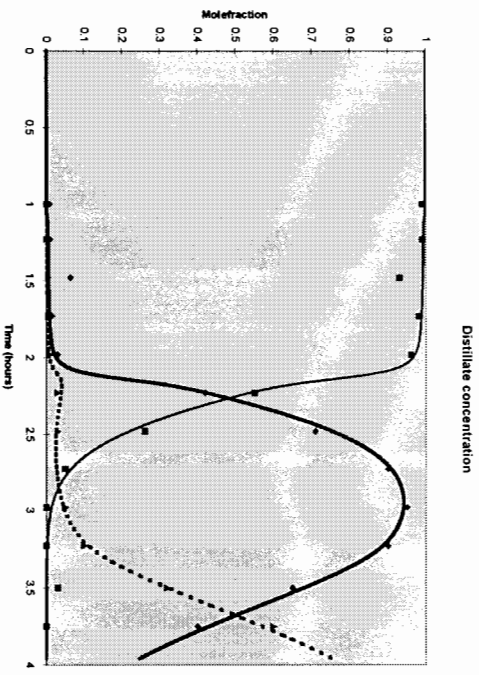
Para esta mezcla se efectuó un total de ocho experimentos, siempre con la misma carga inicial del calderín. La relación de reflujo se varió en cuatro pasos y la potencia de la manta calefactora en dos, lo que da un total de ocho escenarios diferentes. Ocho experimentos diferentes no parecen muchos, pero hay que considerar que cada uno tiene una duración de hasta cuatro horas, lo que resulta con una frecuencia de muestreo de concentración de quince minutos y una cantidad de cuatro punto de medición en un total de 48 muestras (contando desde el inicio de la fase transitoria). El tiempo de retención de los gases de la muestra en el cromatógrafo es alrededor de 15 minutos.

Experimento bq681r40

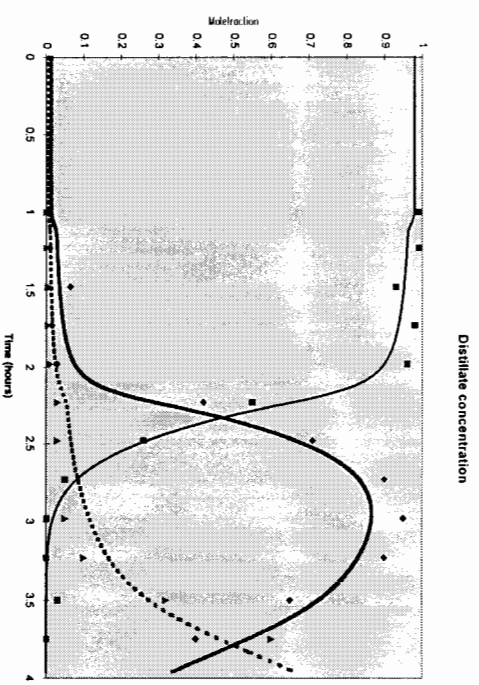
Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	681 W		
Relación de reflujo externa:	4.0 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	82		
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín		
Observaciones:	Muestra en t = 1.5 h parece mal analizada		



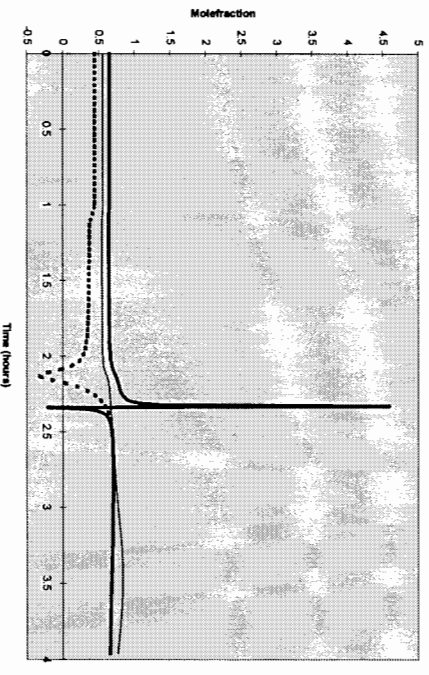




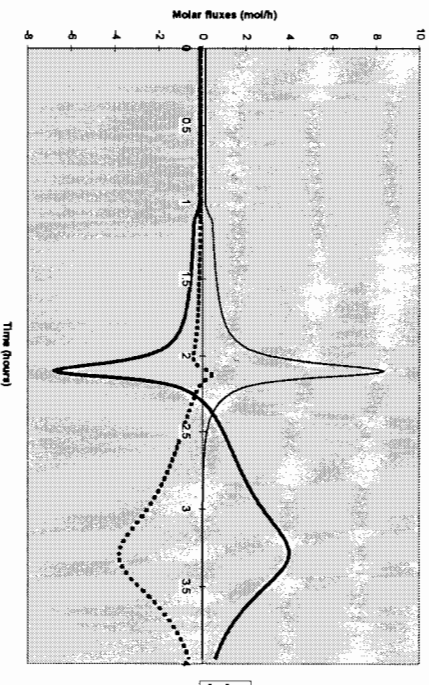
Modelo de tres clases de vapor  
Component efficiencies, tray 10



Modelo de dos clases de vapor  
Component molar fluxes, tray 10



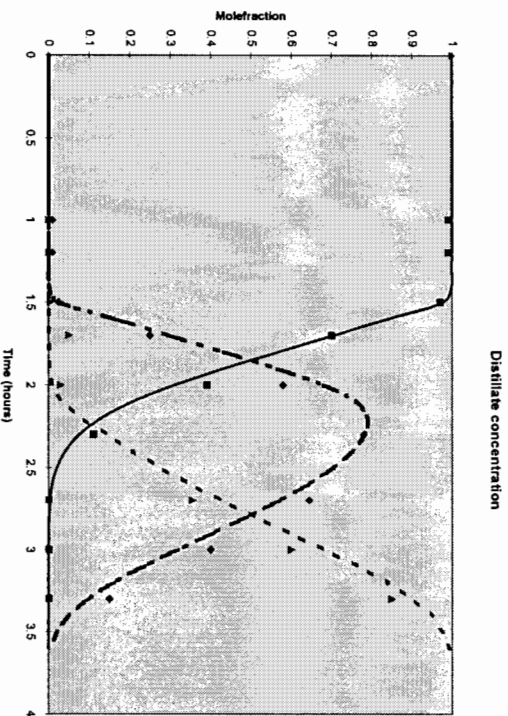
Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"



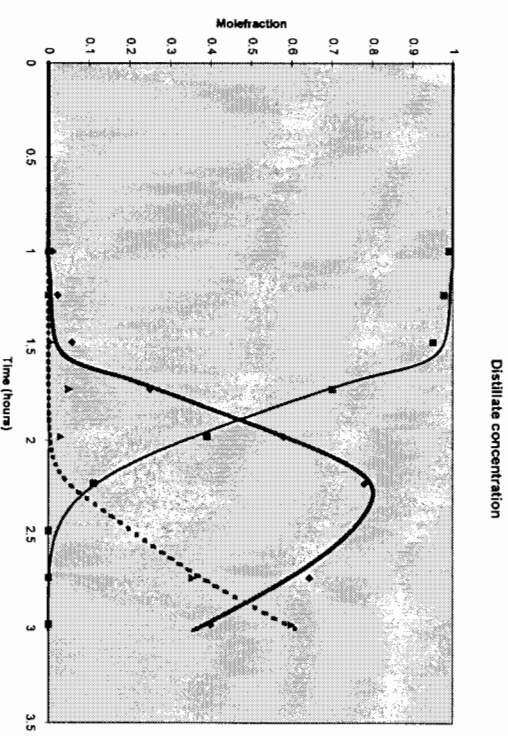
Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

**Experimento bq681r23**

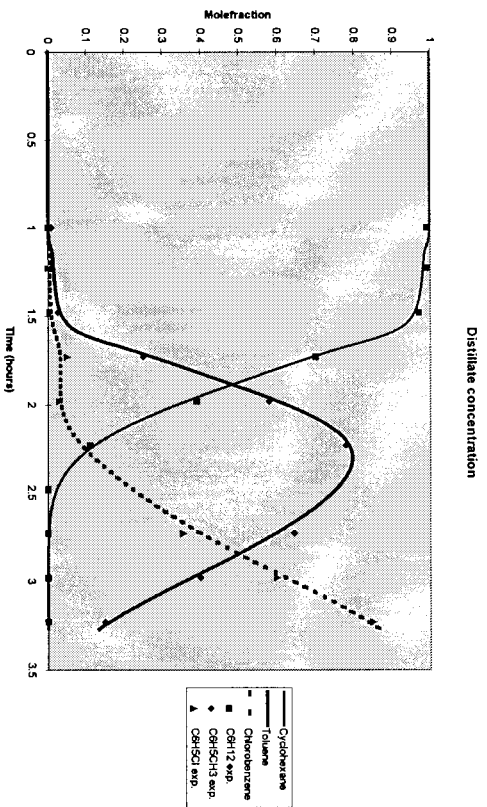
Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	681 W		
Relación de reflujo externa:	2.3 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	82		
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín		
Observaciones:	Falta muestra en t = 2.5h		



Modelo short-cut

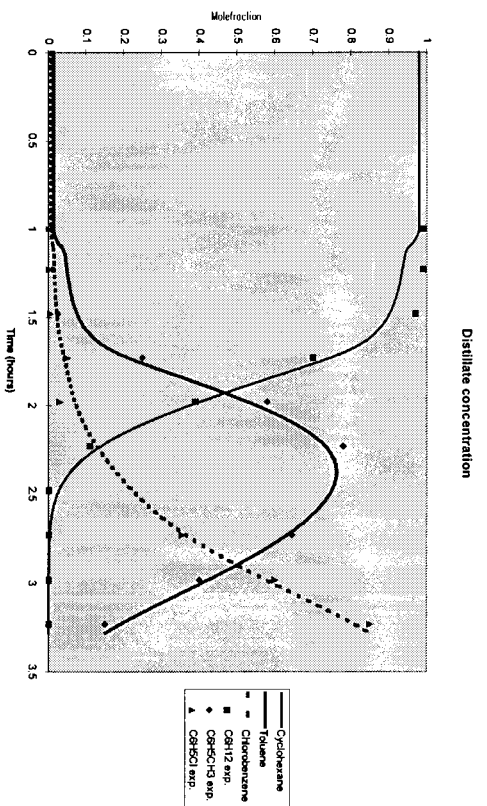


Modelo de plato de equilibrio



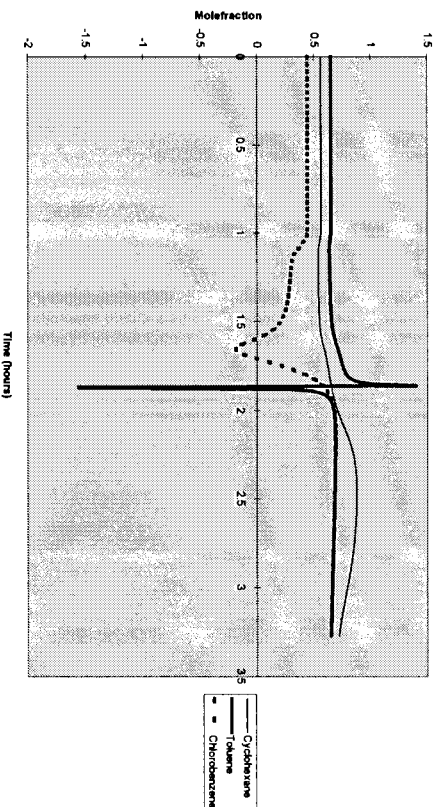
Modelo de tres clases de vapor

Componente eficiencias, tray 10

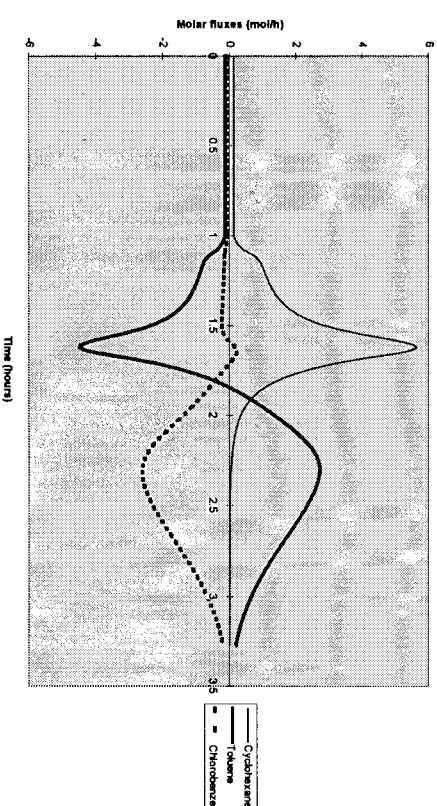


Modelo de dos clases de vapor

Componente molar fluxes, tray 10



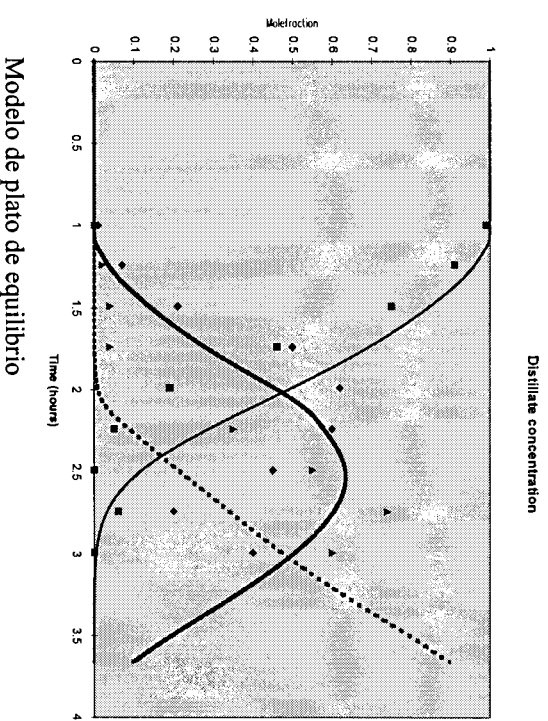
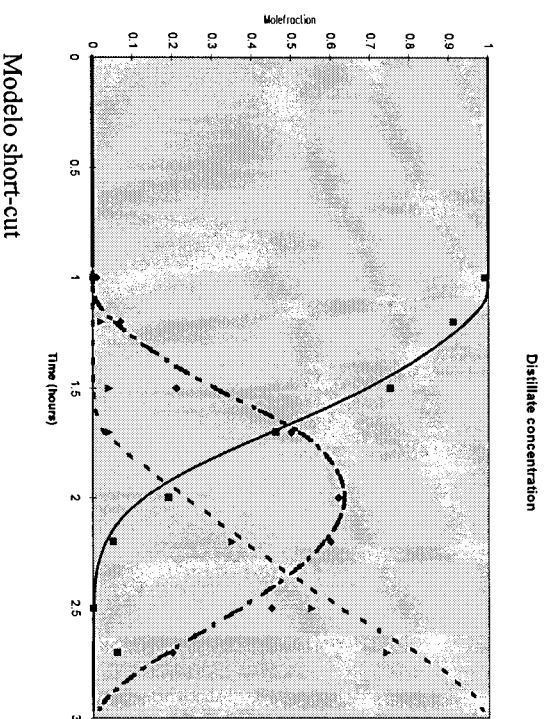
Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"

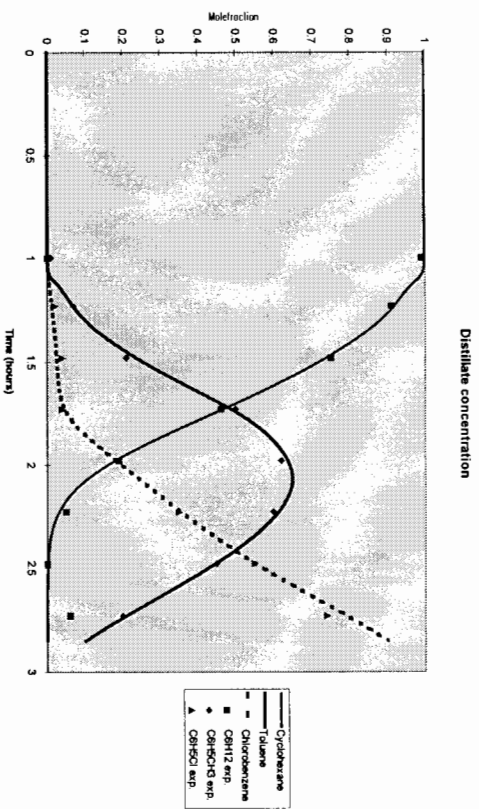


Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

**Experimento bq681r15**

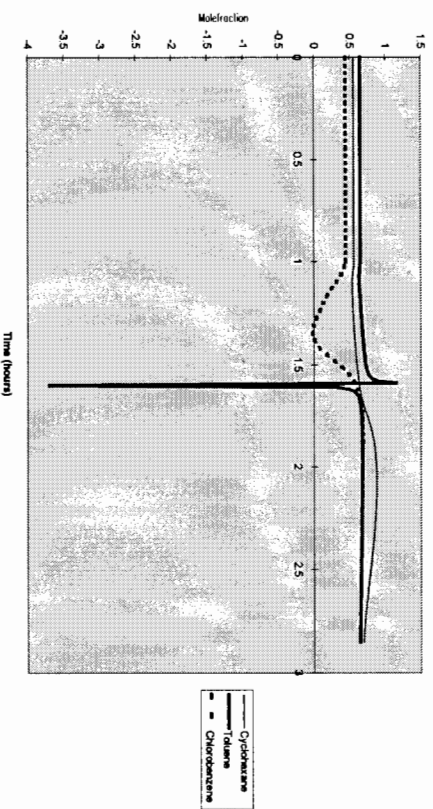
Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	681 W		
Relación de reflujo externa:	1.5 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	82		
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín		
Observaciones:	Criterio de parada no alcanzado en el modelo de plato teórico, parada en 97,2 %		



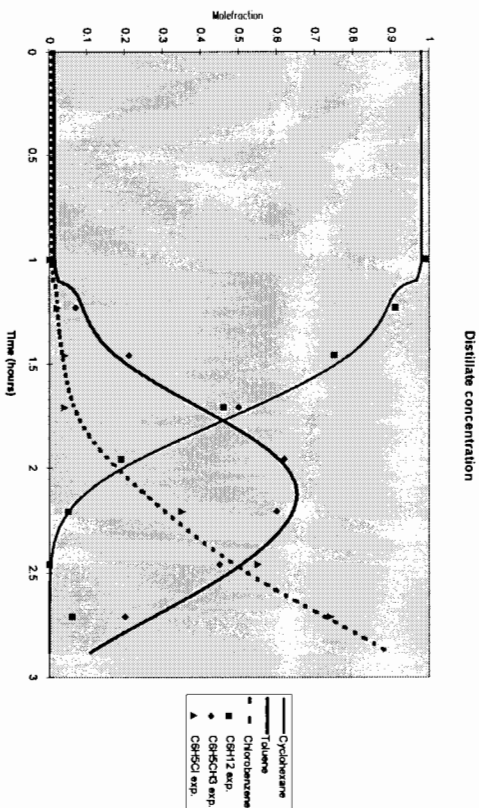


Modelo de tres clases de vapor

Component efficiencies, tray 10

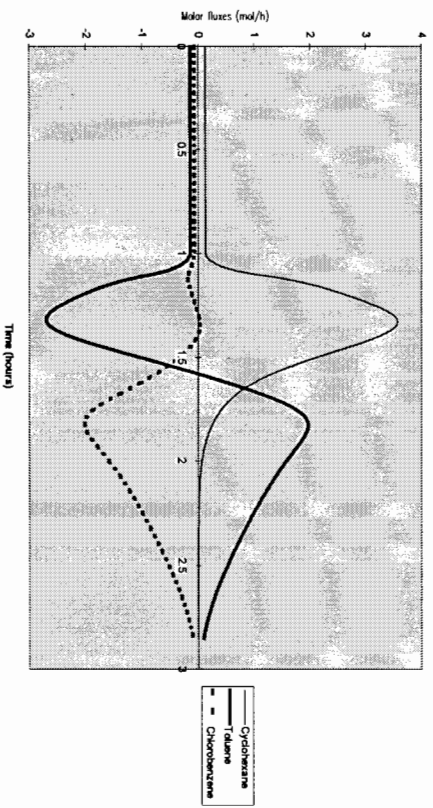


Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"



Modelo de dos clases de vapor

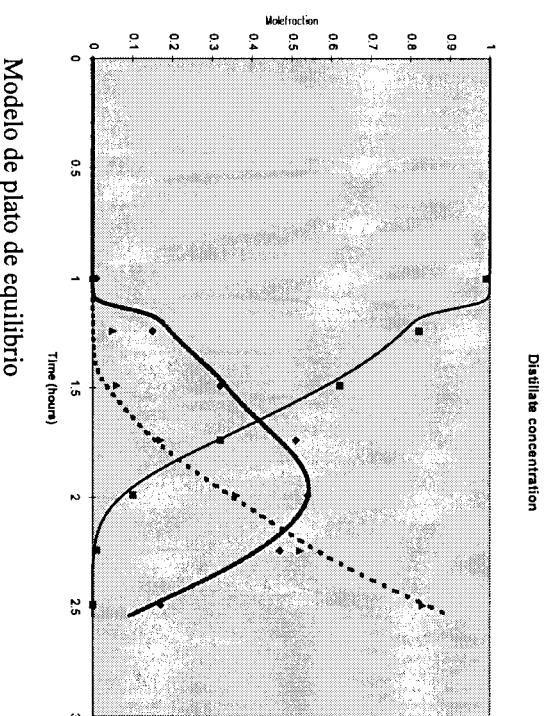
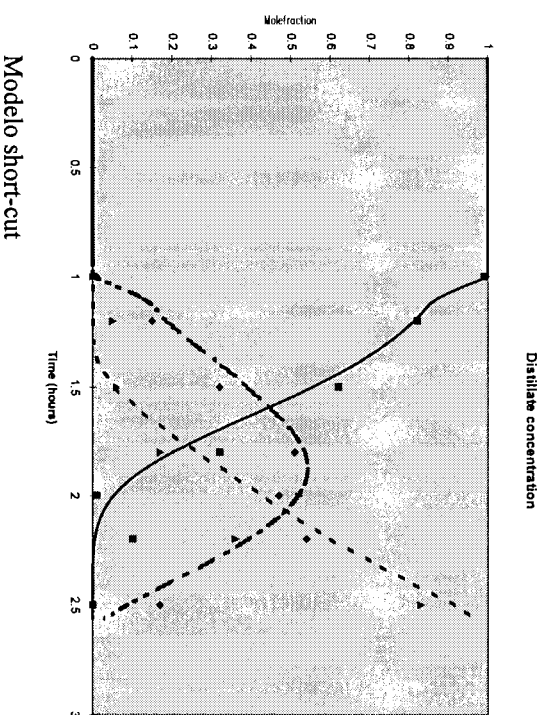
Component molar fluxes, tray 10



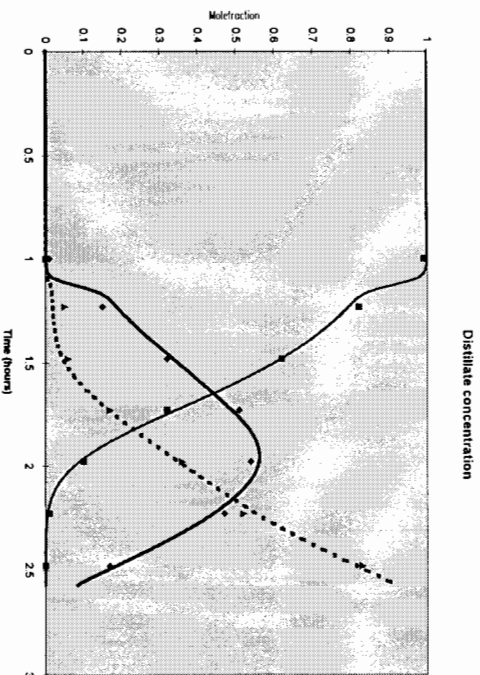
Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

**Experimento bq681r10**

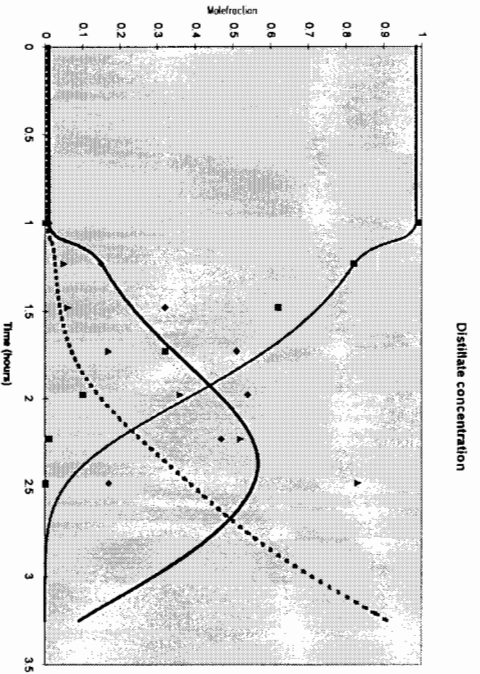
Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	681 W		
Relación de reflujo externa:	1.0 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	82		
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín		
Observaciones:	-		



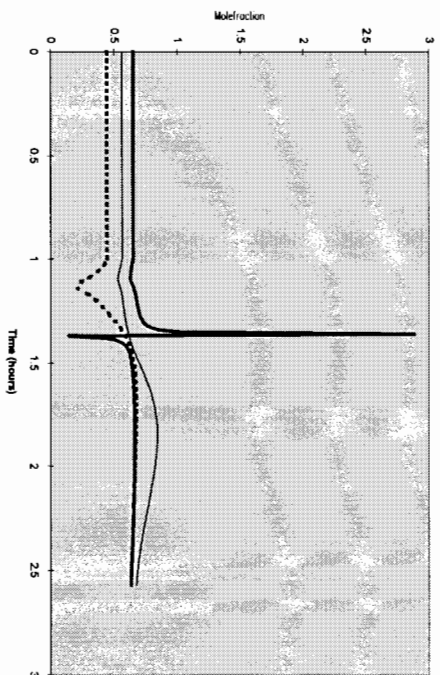




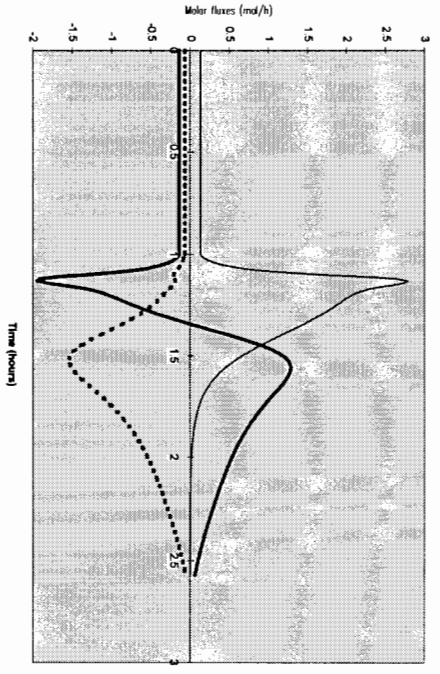
Modelo de tres clases de vapor  
Component efficiencies, tray 10



Modelo de dos clases de vapor  
Component molar fluxes, tray 10



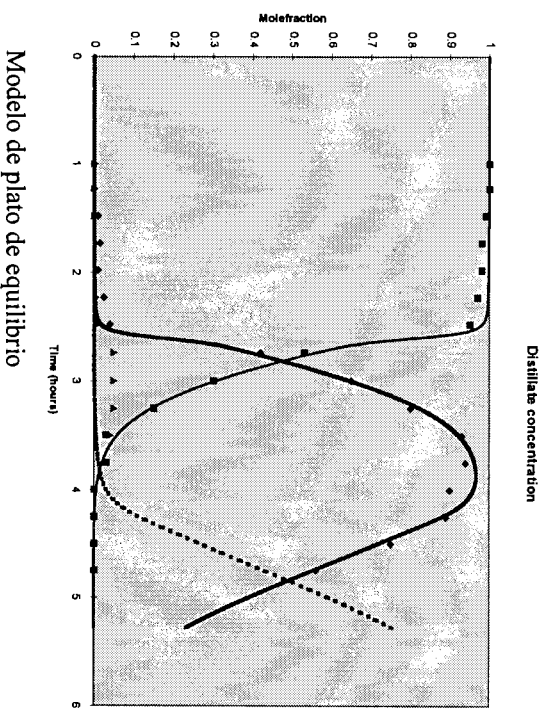
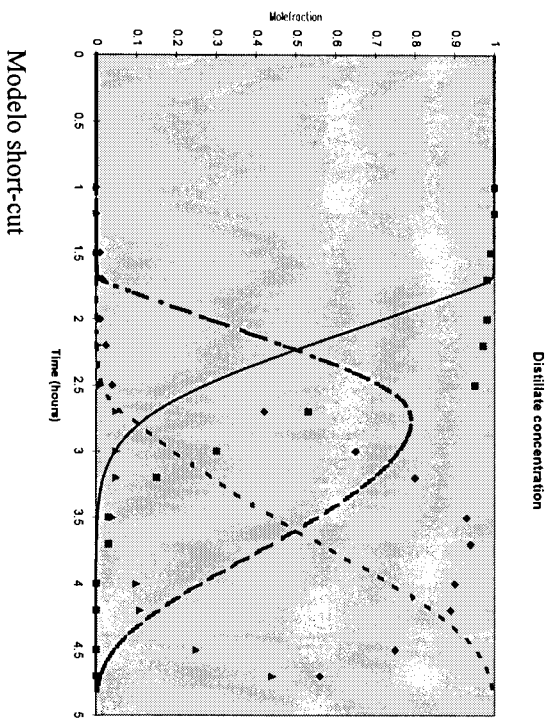
Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"



Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

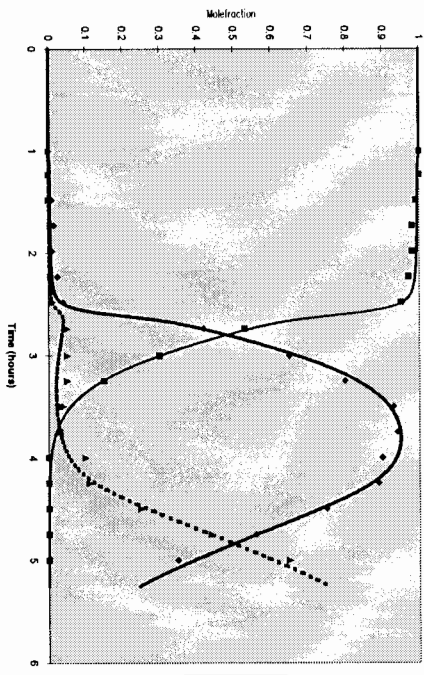
**Experimento bq466r40**

Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	466 W		
Relación de reflujo externa:	4.0 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	56		
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín		
Observaciones:	Modelo SC sale muy desfavorable		



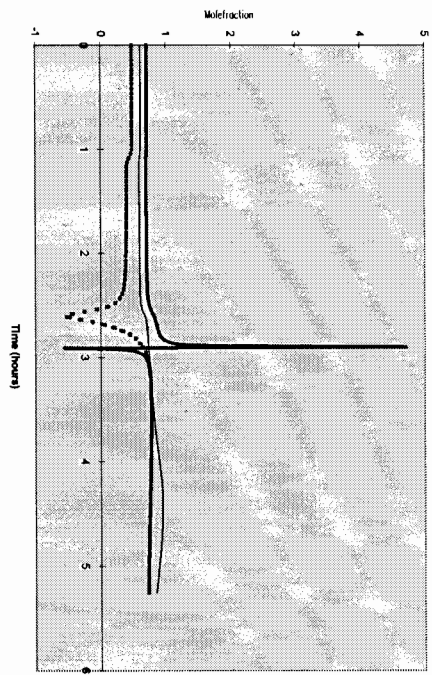


Distillate concentration



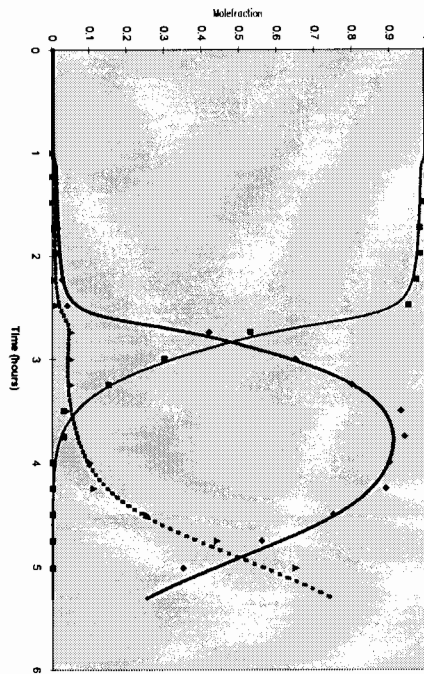
Modelo de tres clases de vapor

Component efficiencies, tray 10



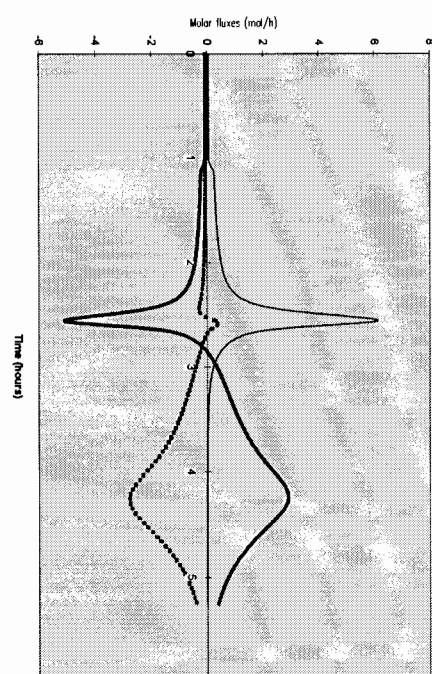
Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"

Distillate concentration



Modelo de dos clases de vapor

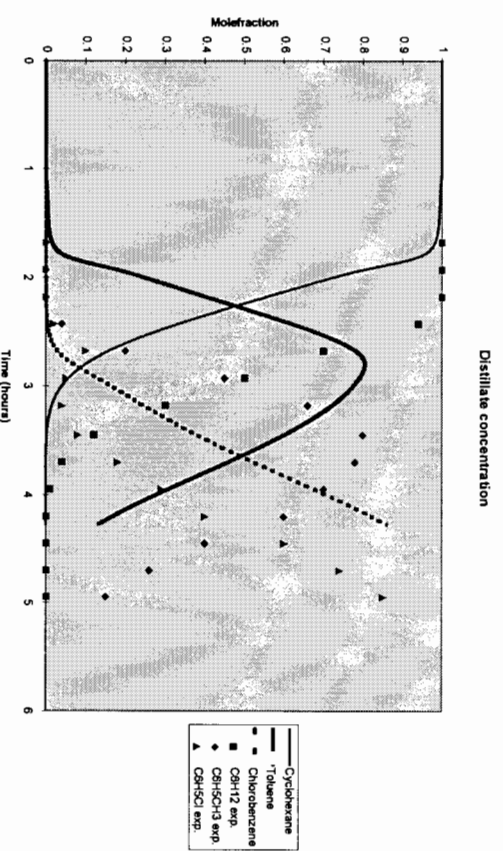
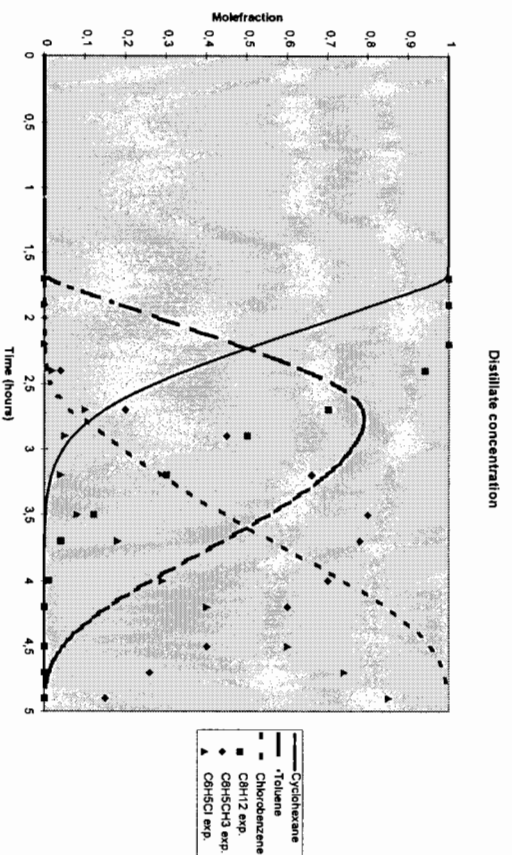
Component molar fluxes, tray 10

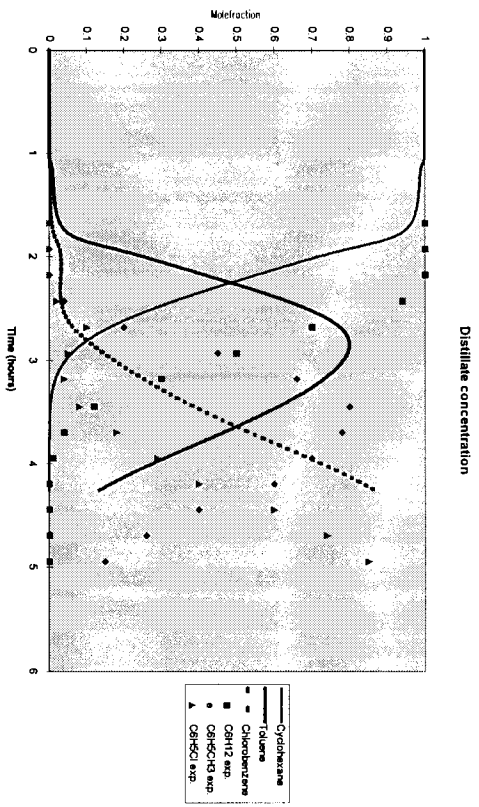


Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

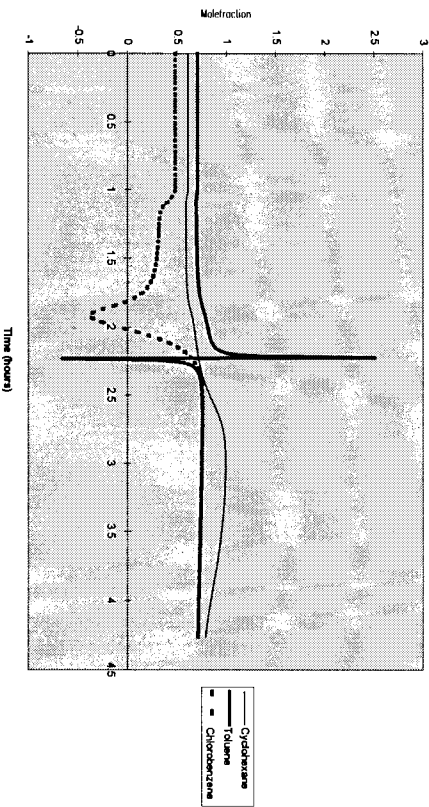
**Experimento bq466r23**

Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	466 W		
Relación de reflujo externa:	2.3 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	56		
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín		
Observaciones:	Todos los puntos de muestra están casi una hora desviado		

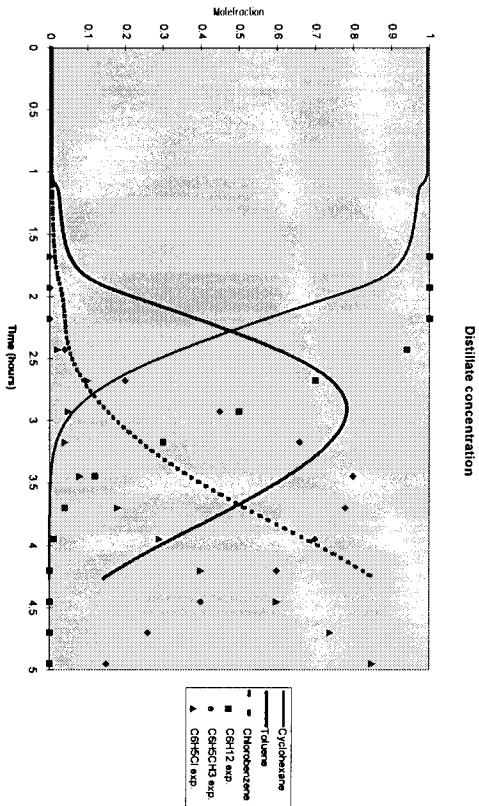




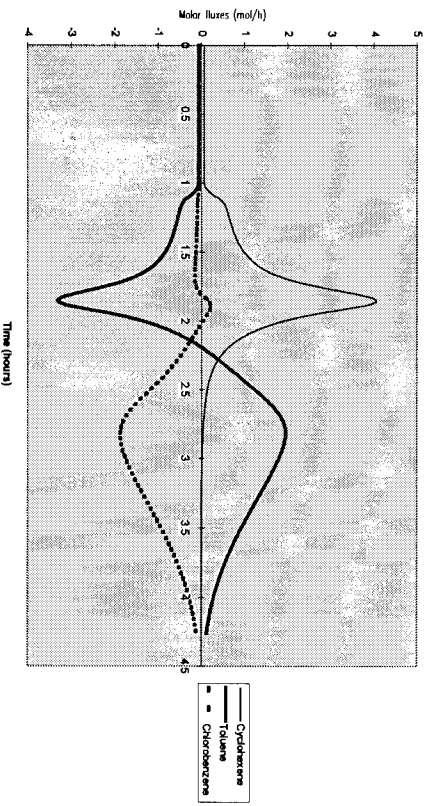
Modelo de tres clases de vapor  
Component efficiencies, tray 10



Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"



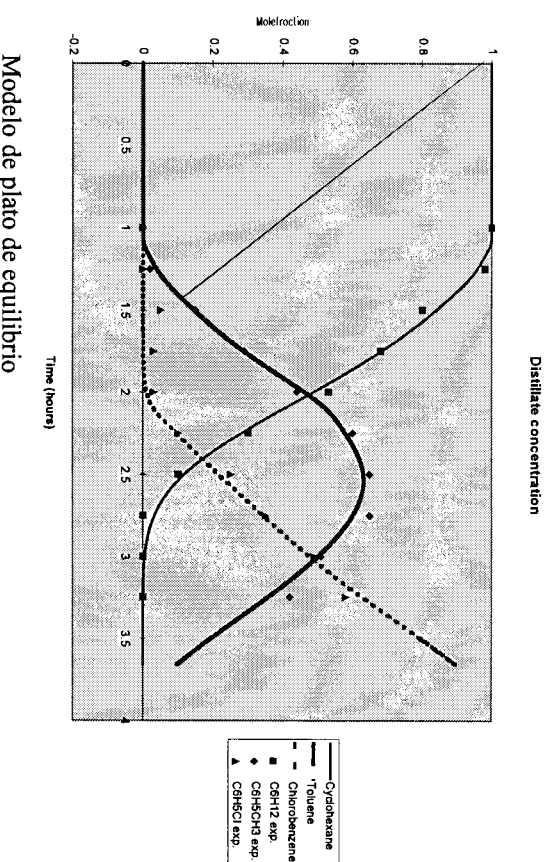
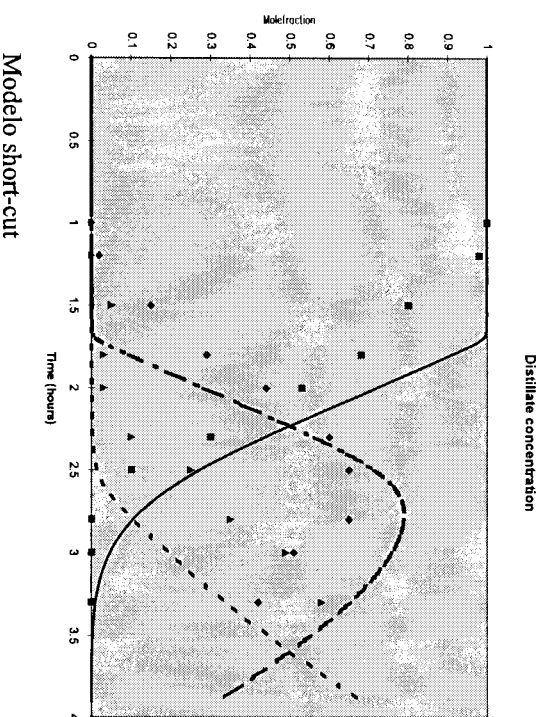
Modelo de dos clases de vapor  
Component molar fluxes, tray 10



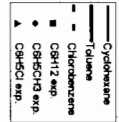
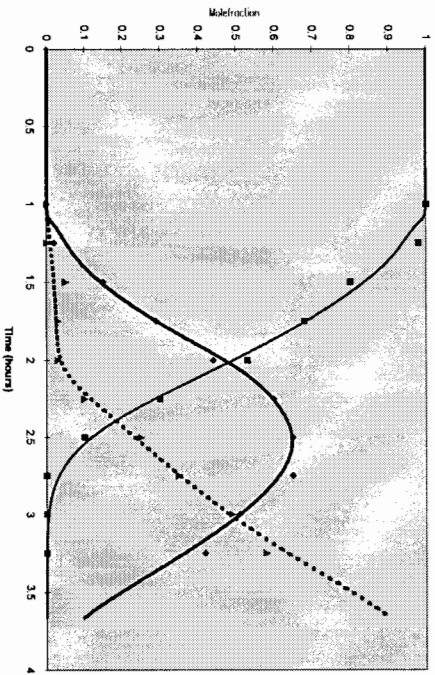
Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

**Experimento bq466r15**

Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	466 W		
Relación de reflujo externa:	1.5 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	56		
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín		
Observaciones:	Falta la medición de t = 1.5h		

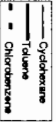
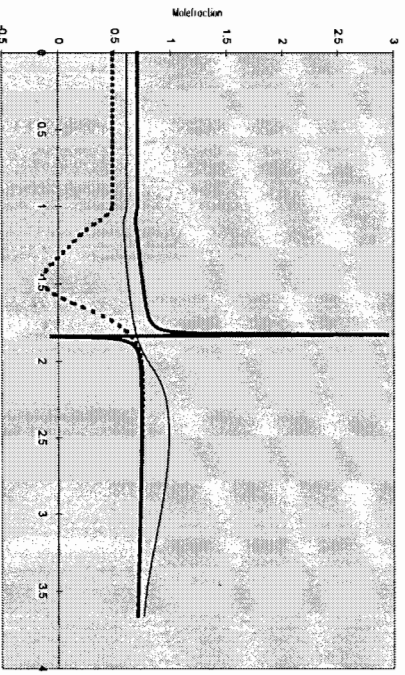


Distillate concentration



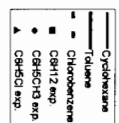
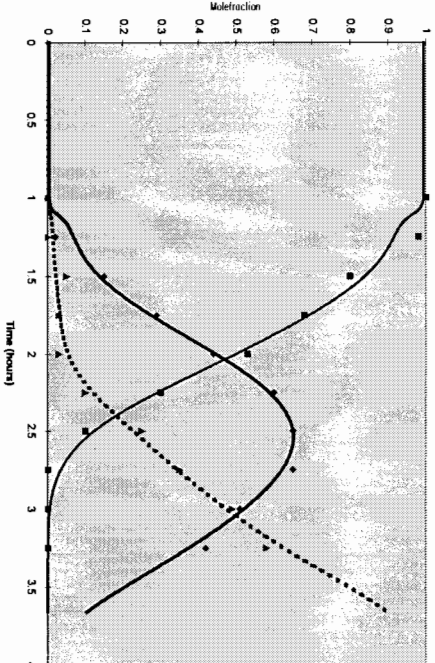
Modelo de tres clases de vapor

Component efficiencies, tray 10



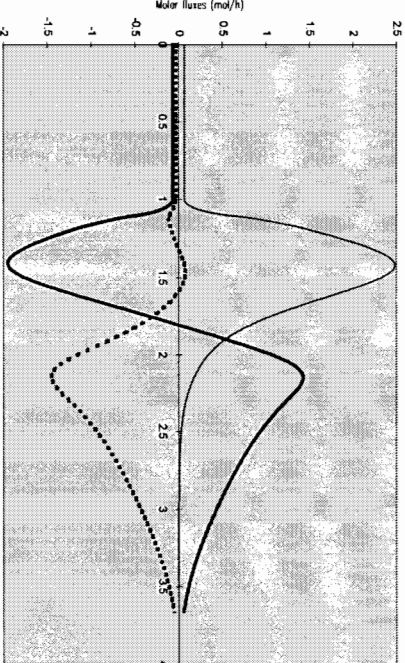
Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"

Distillate concentration



Modelo de dos clases de vapor

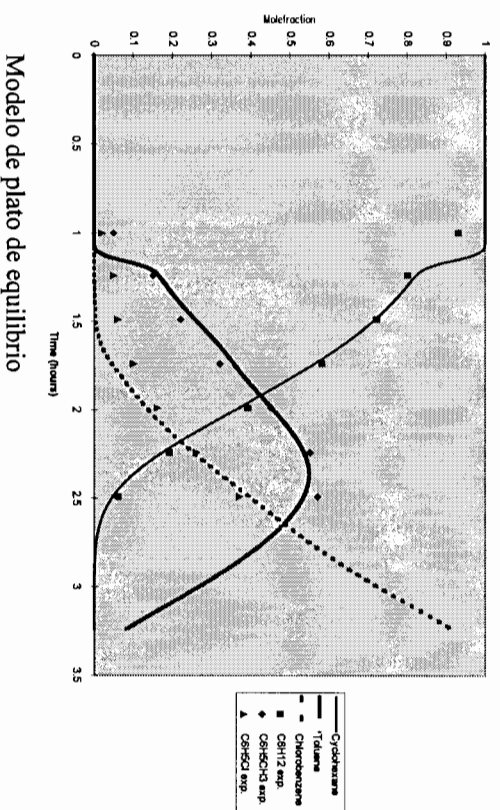
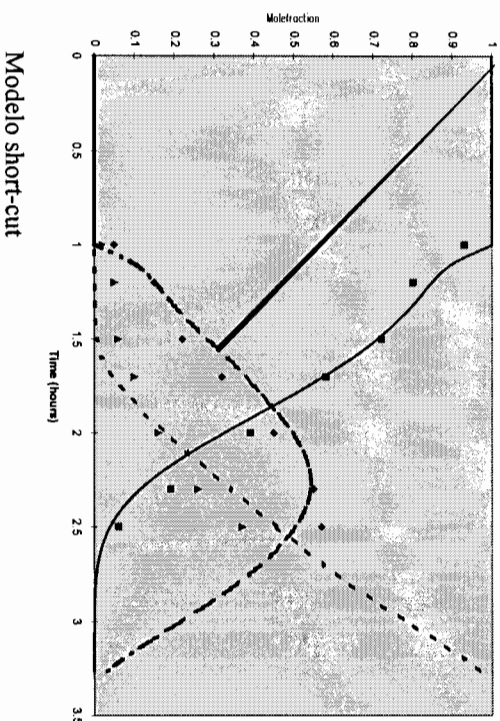
Component molar fluxes, tray 10



Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

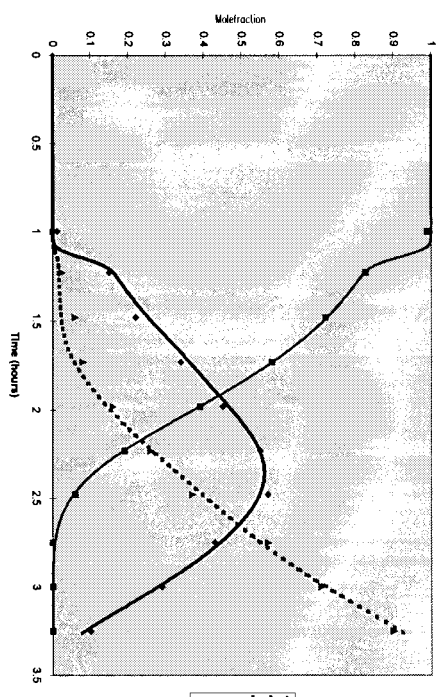
**Experimento bq466r10**

Concentración inicial en el evaporador:	32.45 % ciclohexano	33.03 % tolueno	34.52 % clorobenceno
Potencia de calefacción:	466 W		
Relación de reflujo externa:	1.0 constante durante todo el proceso		
Tiempo en reflujo total:	1 hora		
Carga de vapor (en % del máximo):	56		
Criterio de parada de la simulación:	-	Concentración de clorobenceno > 98 % en el calderín	
Observaciones:			



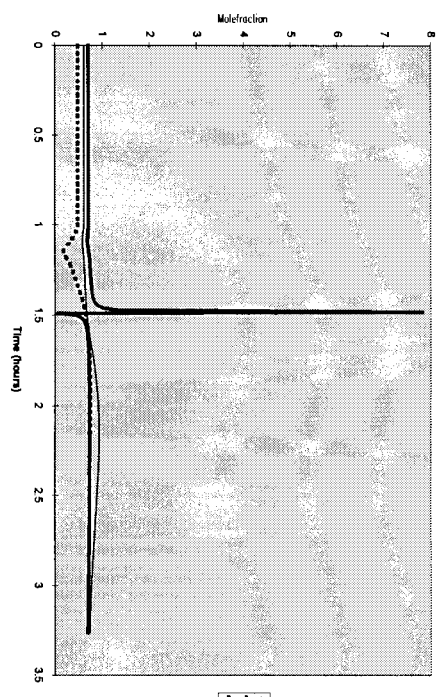


Distillate concentration



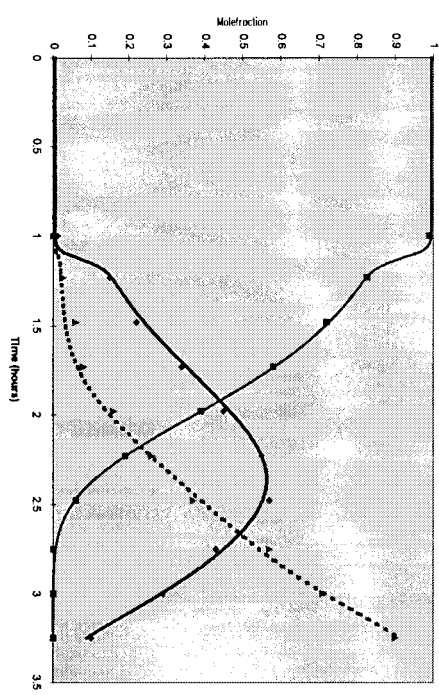
Modelo de tres clases de vapor

Component efficiencies, tray 10



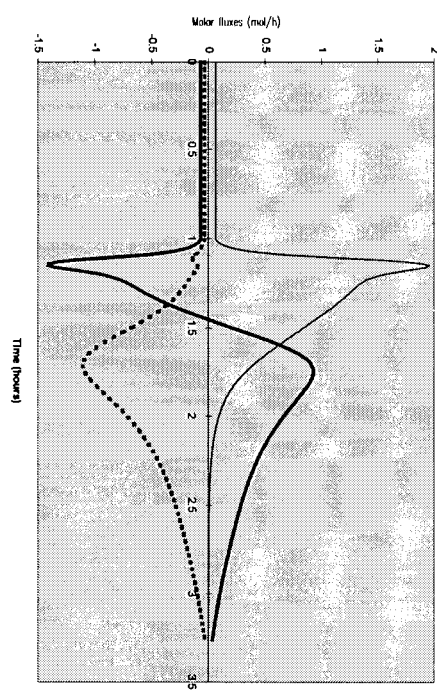
Modelo tres clases de vapor, eficiencia "recalculada"

Distillate concentration



Modelo de dos clases de vapor

Component molar fluxes, tray 10



Modelo tres clases de vapor, caudales molares totales

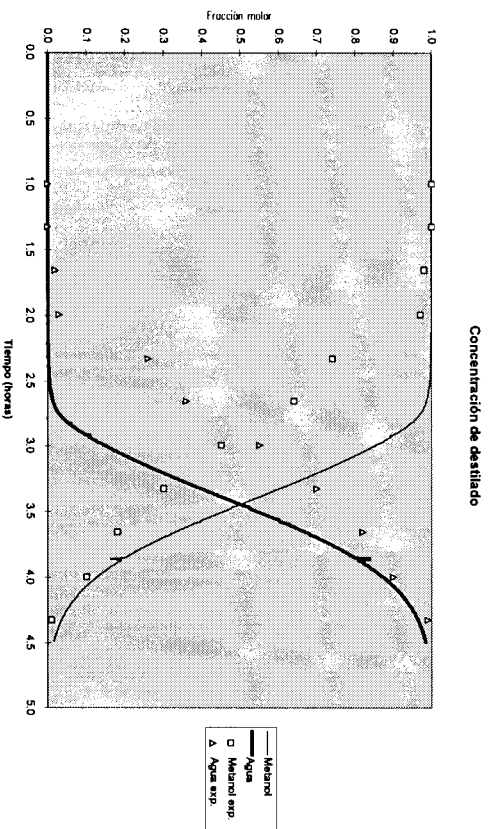
### 9.2.2. Experimentos con la mezcla metanol - agua

Para esta mezcla se efectuó un total de ocho experimentos, siempre con la misma carga inicial del calderín. La relación de reflujo se varió en cuatro pasos y la potencia de la manta calefactora en dos, lo que da un total de ocho escenarios diferentes. La mezcla metanol - agua tiene un calor de evaporación mucho mayor que el mismo de la mezcla orgánica ciclohexano, tolueno, clorobenceno. Por lo tanto en el caso de los experimentos con la mezcla binaria se llegó hasta un máximo de 1400 W de potencia calefactora en comparación con el máximo de 681 W para la mezcla ternaria orgánica. Los experimentos con la mezcla binaria metanol - agua se efectuaron para verificar el buen funcionamiento de la planta piloto y del método experimental y de análisis. En consecuencia los datos obtenidos no se usaron para la validación del modelo de simulación desarrollado. Por eso figuran aquí solamente algunas comparaciones con el modelo del plato teórico y con el modelo short-cut.

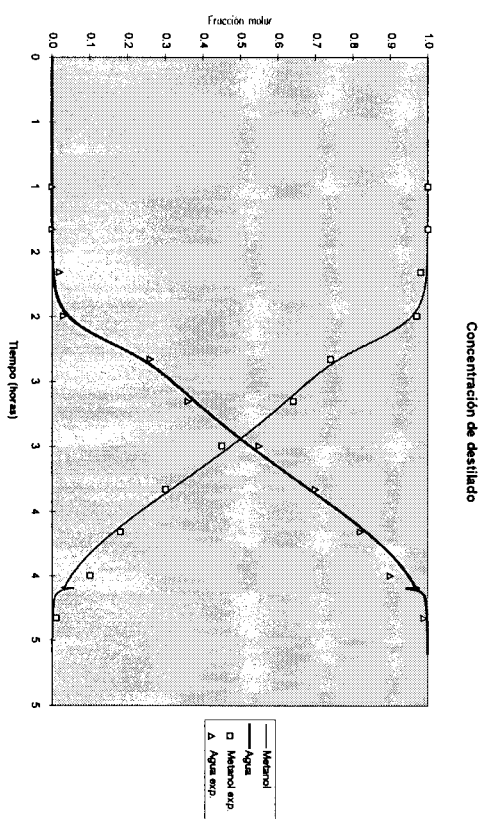


**Experimento aq1400r15**

Concentración inicial en el evaporador:	50.0% metanol	50.0% agua
Potencia de calefacción:	1400 W	
Relación de reflujo externa:	1.5 constante durante todo el proceso	
Tiempo en reflujo total:	1 hora	
Carga de vapor (en % del máximo):	87	
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de agua > 98.5% en el calderín	
Observaciones:	-	



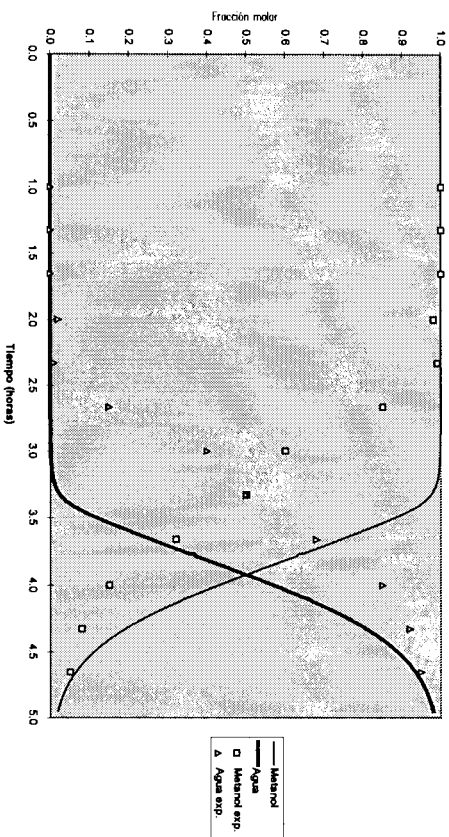
Modelo short-cut



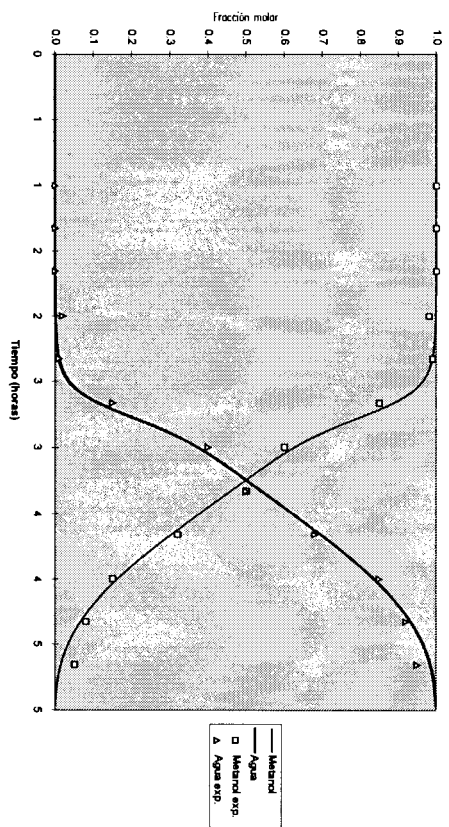
Modelo de plato de equilibrio

**Experimento aq1400r20**

Concentración inicial en el evaporador:	50.0% metanol	50.0% agua
Potencia de calefacción:	1400 W	
Relación de reflujo externa:	2.0 constante durante todo el proceso	
Tiempo en reflujo total:	1 hora	
Carga de vapor (en % del máximo):	87	
Criterio de parada de la simulación:	-	Concentración de agua > 98.5% en el calderín
Observaciones:		



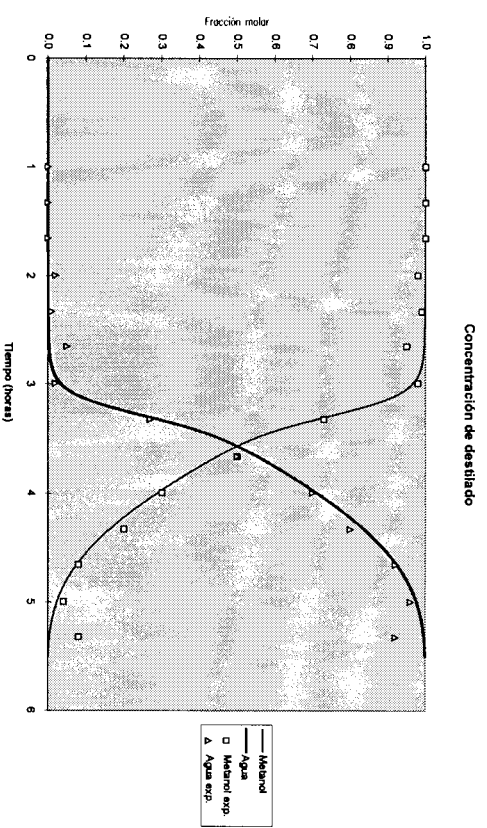
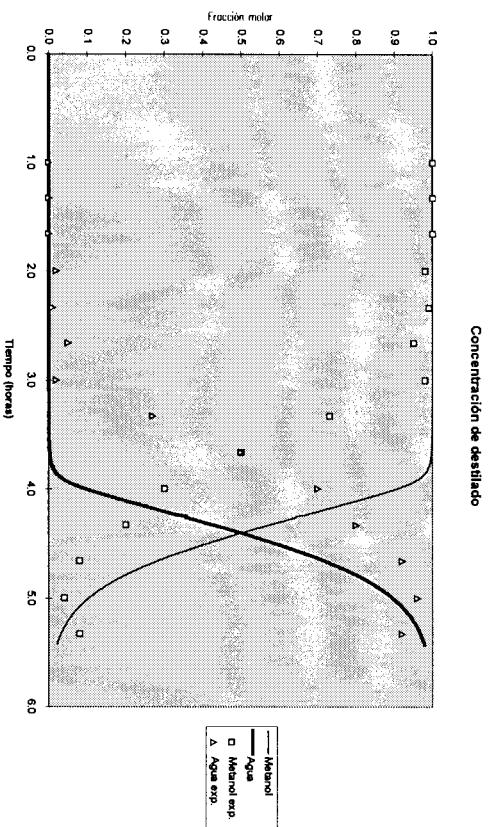
Modelo short-cut



Modelo de plato de equilibrio

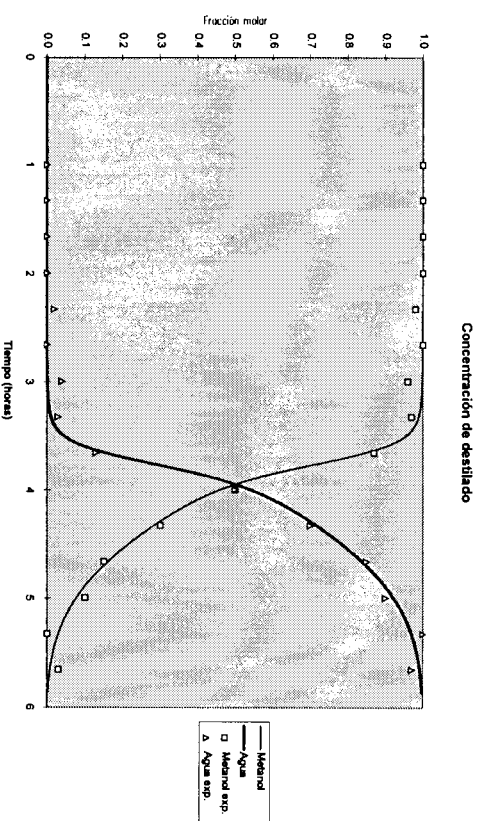
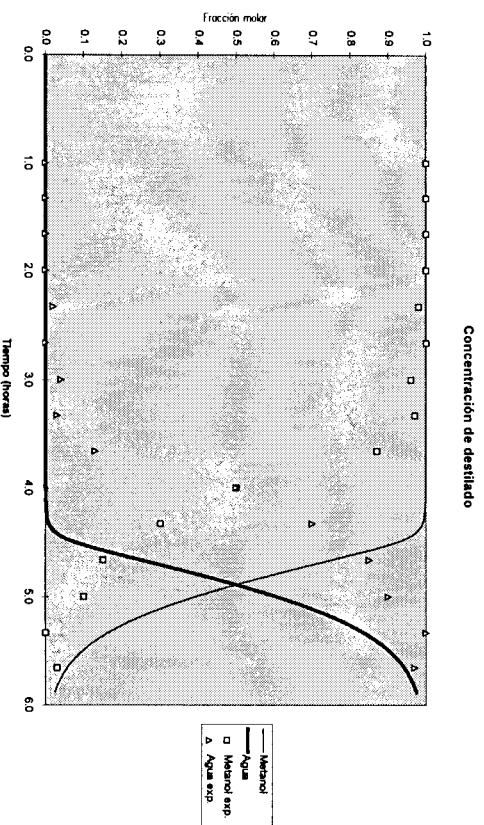
**Experimento aq1400r25**

Concentración inicial en el evaporador:	50.0 % metanol	50.0 % agua
Potencia de calefacción:	1400 W	
Relación de reflujo externa:	2.5 constante durante todo el proceso	
Tiempo en reflujo total:	1 hora	
Carga de vapor (en % del máximo):	87	
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de agua > 98.5 % en el calderín	
Observaciones:	-	



**Experimento aq1400r30**

Concentración inicial en el evaporador:	50.0 % metanol	50.0 % agua
Potencia de calefacción:	1400 W	
Relación de reflujo externa:	3.0 constante durante todo el proceso	
Tiempo en reflujo total:	1 hora	
Carga de vapor (en % del máximo):	87	
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de agua > 98.5 % en el calderín	
Observaciones:	-	



**Experimento ag932r15**

Concentración inicial en el evaporador: 50.0 % metanol 50.0 % agua

Potencia de calefacción: 932 W

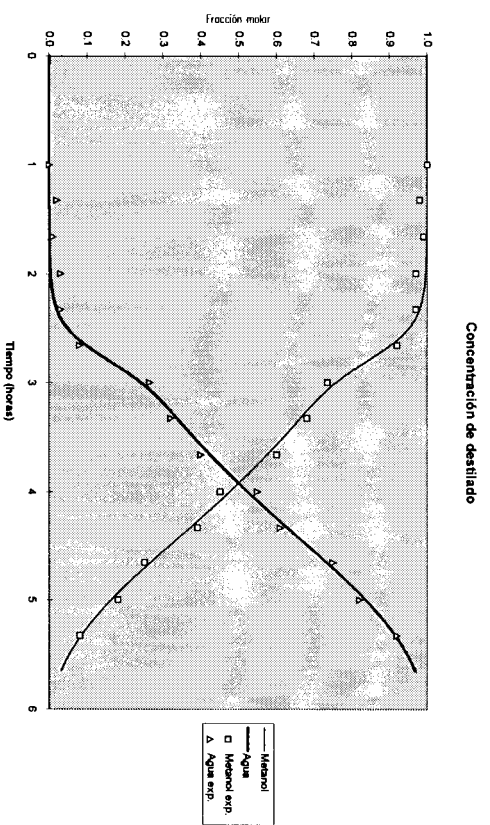
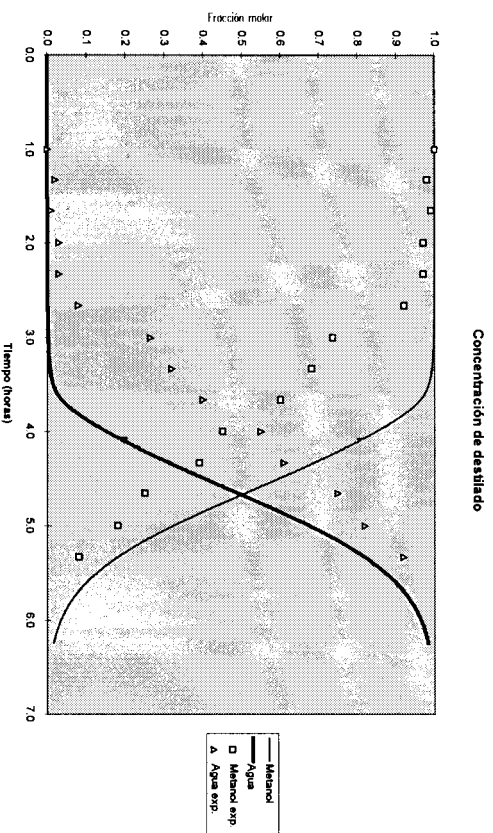
Relación de reflujo externa: 1.5 constante durante todo el proceso

Tiempo en reflujo total: 1 hora

Carga de vapor (en % del máximo): 58

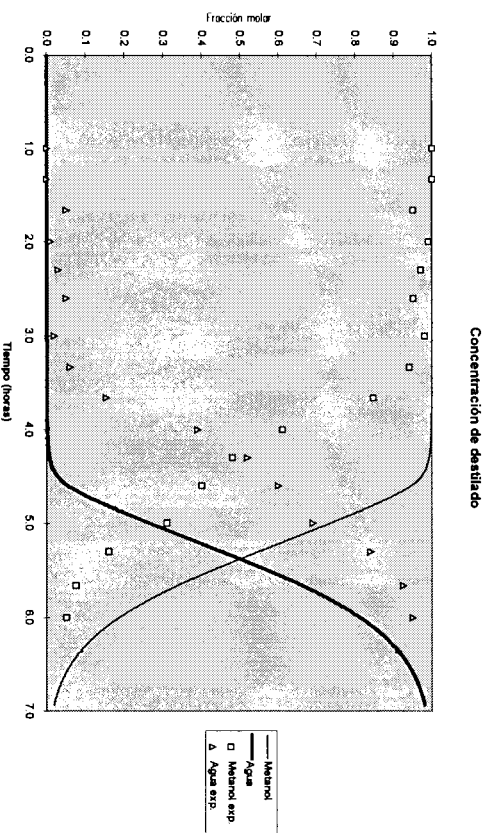
Criterio de parada de la simulación: Concentración de agua > 98.8 % en el calderín

Observaciones: -

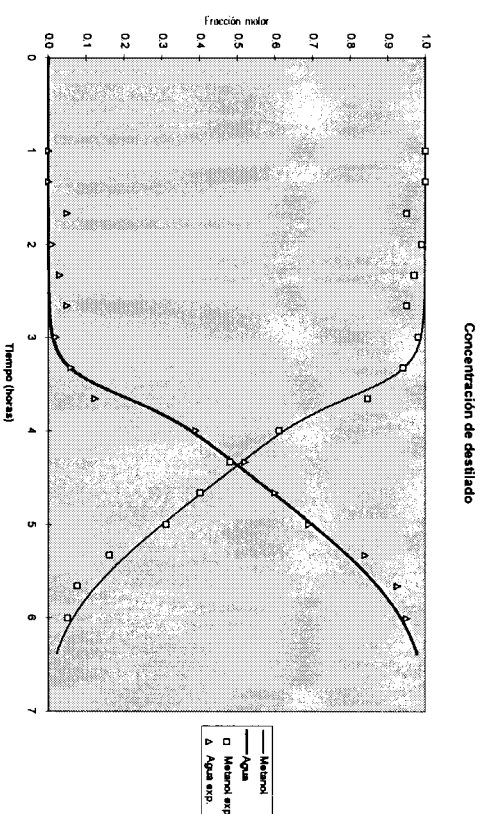


**Experimento aq932r20**

Concentración inicial en el evaporador:	50.0 % metanol	50.0 % agua
Potencia de calefacción:	932 W	
Relación de reflujo externa:	2.0 constante durante todo el proceso	
Tiempo en reflujo total:	1 hora	
Carga de vapor (en % del máximo):	58	
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de agua > 98.8 % en el calderín	
Observaciones:	-	



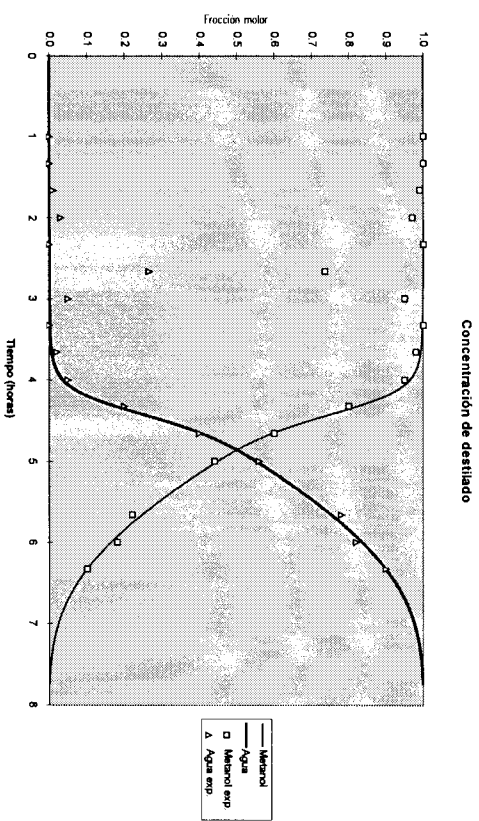
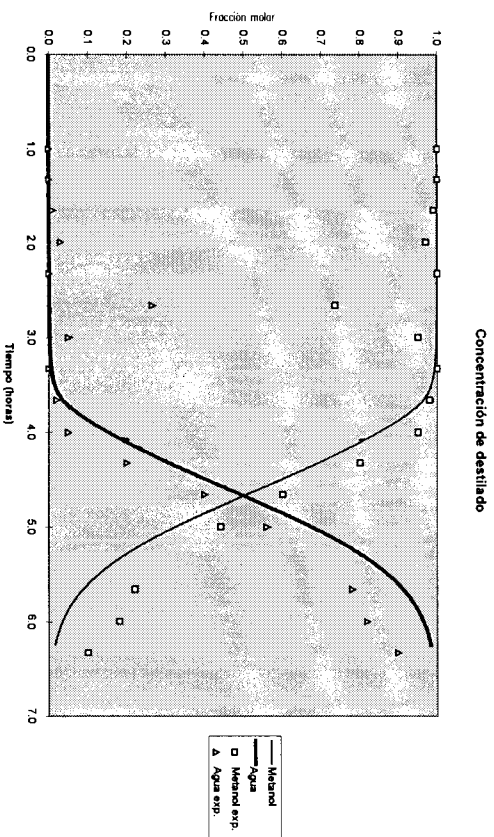
Modelo short-cut



Modelo de plato de equilibrio

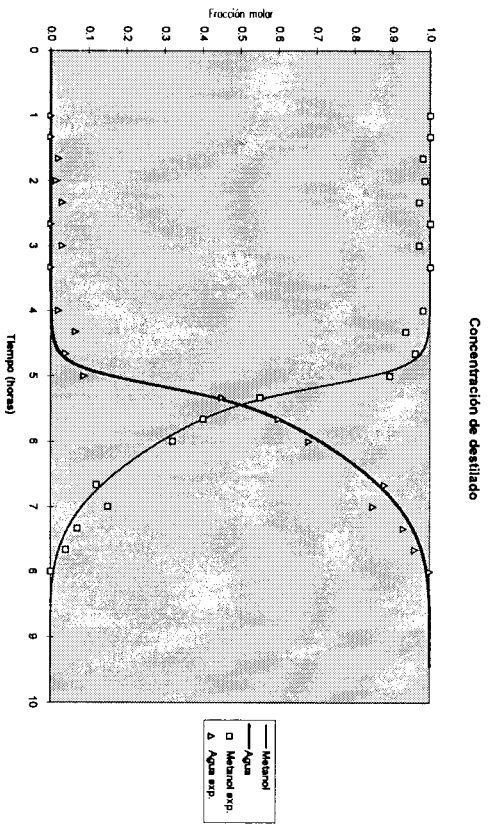
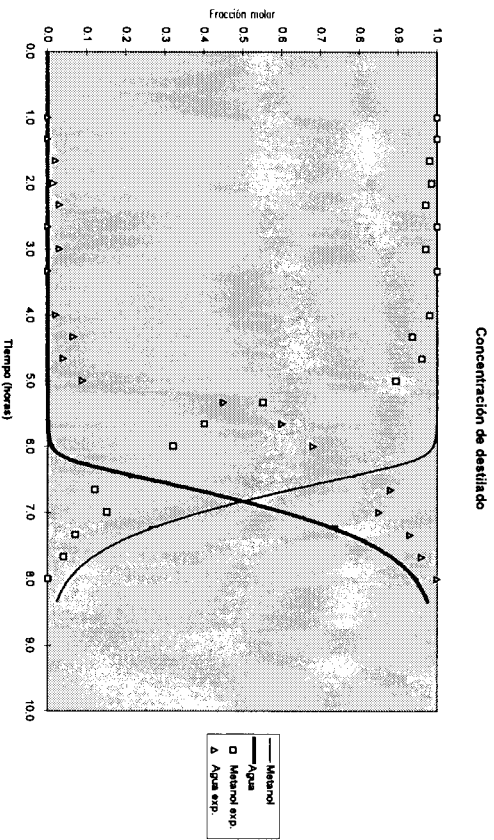
**Experimento aq932r25**

Concentración inicial en el evaporador:	50.0% metanol	50.0% agua
Potencia de calefacción:	932 W	
Relación de reflujo externa:	2.5 constante durante todo el proceso	
Tiempo en reflujo total:	1 hora	
Carga de vapor (en % del máximo):	58	
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de agua > 98.8% en el calderín	
Observaciones:	Falta la medida de T=5h 20min	



**Experimento ag932r30**

Concentración inicial en el evaporador:	50.0 % metanol	50.0 % agua
Potencia de calefacción:	932 W	
Relación de reflujo externa:	3.0 constante	durante todo el proceso
Tiempo en reflujo total:	1 hora	
Carga de vapor (en % del máximo):	58	
Criterio de parada de la simulación:	Concentración de agua > 98.8 % en el calderín	
Observaciones:	Falta la medida de T=3h 40min y de T=6h 20min	



Modelo short-cut

Modelo de plato de equilibrio