



Estudios de sensibilidad: Rendimiento de MM5 a Bajas resoluciones

José L. Hernández, Ph.D.[¶], David Erickson, Ph.D.[¶]
Ing. Carlos A. Pérez [§], Bob Oglesby, PhD [£]

[¶] CSM Div. - Oak Ridge Nat. Lab. , U.S.A.

[§] Servicio Nacional de Meteorología, El Salvador

[£] NASA Marshall Space Flight Center, U.S.A.



Introducción

- La modelación regional del clima ha cobrado un papel de relevancia a nivel Centroamericano, resaltada recientemente por los eventos naturales extremos en Guatemala, sur de México y El Salvador y sus consecuencias.
- En modelación del clima (global y regional), los experimentos de diagnóstico tienen gran importancia ya que ellos permiten:
 - Ganar conocimiento en las opciones físicas que ofrece el modelo y su aproximación en la descripción de parámetros ambientales.
 - Seleccionar el mejor conjunto de opciones que se adapten a la región de estudio,
 - Determinar que deberíamos hacer para mejorar las simulaciones, consecución de datos (satélite, en tierra, perfiles atmosféricos, etc)

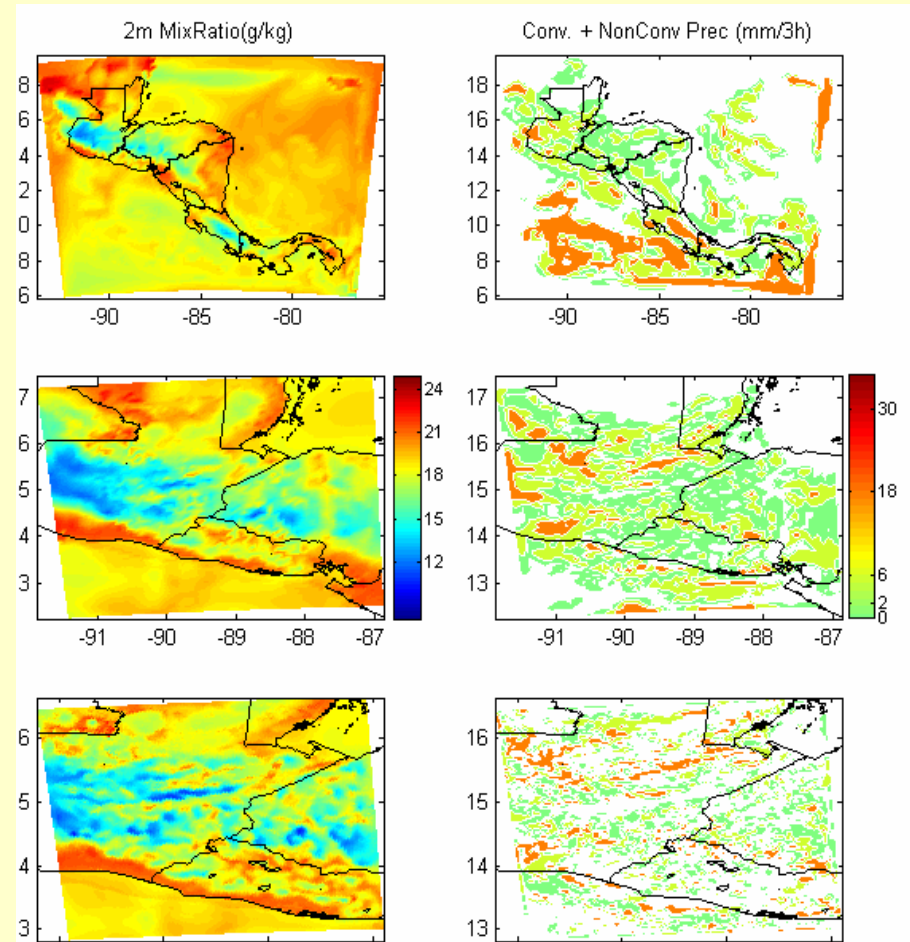


Objetivos

- Es claro que debemos ejercitarnos en el uso del modelo, para adquirir confianza en nuestras simulaciones. En la presente exposición perseguimos:
 - Explorar diferentes opciones físicas del modelo MM5 en la descripción del clima regional centroamericano.
 - Discutir efectos de categorías uso de tierra en parámetros climáticos (temperatura, vientos, precipitación)
 - Presentar la evaluación del modelo (series de tiempo y estadística) bajo las opciones seleccionadas.
 - Ganar el conocimiento para realizar simulaciones confiables tanto en pronóstico, como en simulaciones largas.

Experimentos: descripción

- MM5 Versión: 3.7
- 3 resoluciones: 27 Km, 9 Km, 3 Km.
- Área estudiada: El Salvador (resolución fina 3km) y Norte de América Central (9km), CA (27km)
- Land Use: USGS 25 categorías
- Periodos:
 - Mayo, 2-8, 2004
 - Sep, 4-10, 2004



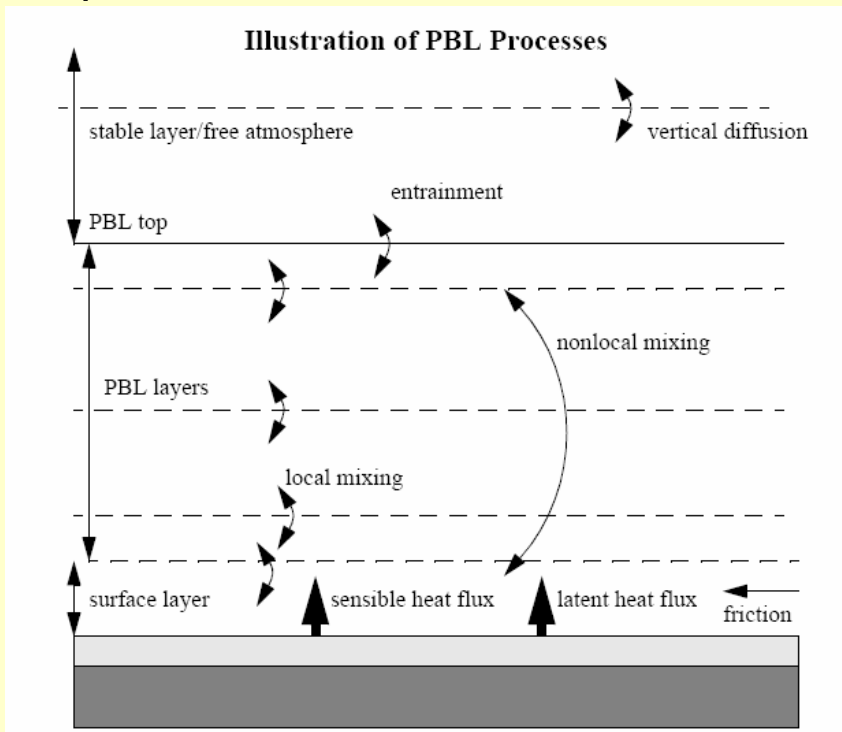


Experimentos: descripción

- Como ya vimos necesitamos explorar otras opciones de MM5 para **mejorar la descripción en precipitación.**
- A diferencia de latitudes más bajas, en el norte de Centroamérica se presentan una temporada larga lluviosa comenzando en Mayo y una temporada seca desde Diciembre. Abordaremos, dos períodos considerados como comienzo y en plena temporada lluviosa.
- En MM5 V3.7 los esquemas de radiación han sido mejorados. La opción $FRAD = 2$, puede usarse en conjunto con llaves $OROSHAW = 1$; $LEVSPL = 1$, en la descripción de interacción radiación-nubes, aquí empleados. *OROSHAW* permite el efecto topográfico que influye en la formación de nubes (sombra de montaña).

Experimentos: Descripción general

IBLTYP = 5 apropiada para alta resolución en la capa límite planetaria.



- La temperatura superficial del mar es actualizada cada 6 horas (e interpolada cada 3 lo que permite una mejor descripción del clima costero (ISFFLX = 1) Se vera claro el efecto de brisa de mar en el ciclo diario de vientos y temperatura.



Experimento 1

- IMPHYS = 4, SIMPLE ICE SCHEME (DUDHIA).
- ICUPA = 3, GRELL CONVECTIVE PARAMETERIZATION IS USED
- IBLTYP = 5, MRF PBL IS USED. VERTICAL MIXING MOIST ADIABATIC IN CLOUDS.
- ISOIL = 1, MULTI-LAYER SOIL THERMAL DIFFUSION . 5 layer soil moisture model,
- IFRAD = 2, LONGWAVE AND SHORTWAVE SCHEMES (DUDHIA, 1989). THE RADIATION EFFECTS DUE TO CLOUDS ARE CONSIDERED.

Experimento 2

- IMPHYS = 6, GRAUPEL INCLUDED (GODDARD).
- ICUPA = 6, KAIN/FRITSCH CONVECTIVE PARAMETERIZATION SCHEME.
- IBLTYP = 5, MRF PBL IS USED. VERTICAL MIXING MOIST ADIABATIC IN CLOUDS.
- ISOIL = 1, MULTI-LAYER SOIL THERMAL DIFFUSION . 5 layer soil moisture model,
- IFRAD = 2 LONGWAVE AND SHORTWAVE SCHEMES (DUDHIA, 1989). THE RADIATION EFFECTS DUE TO CLOUDS ARE CONSIDERED.



Diferencias entre los experimentos

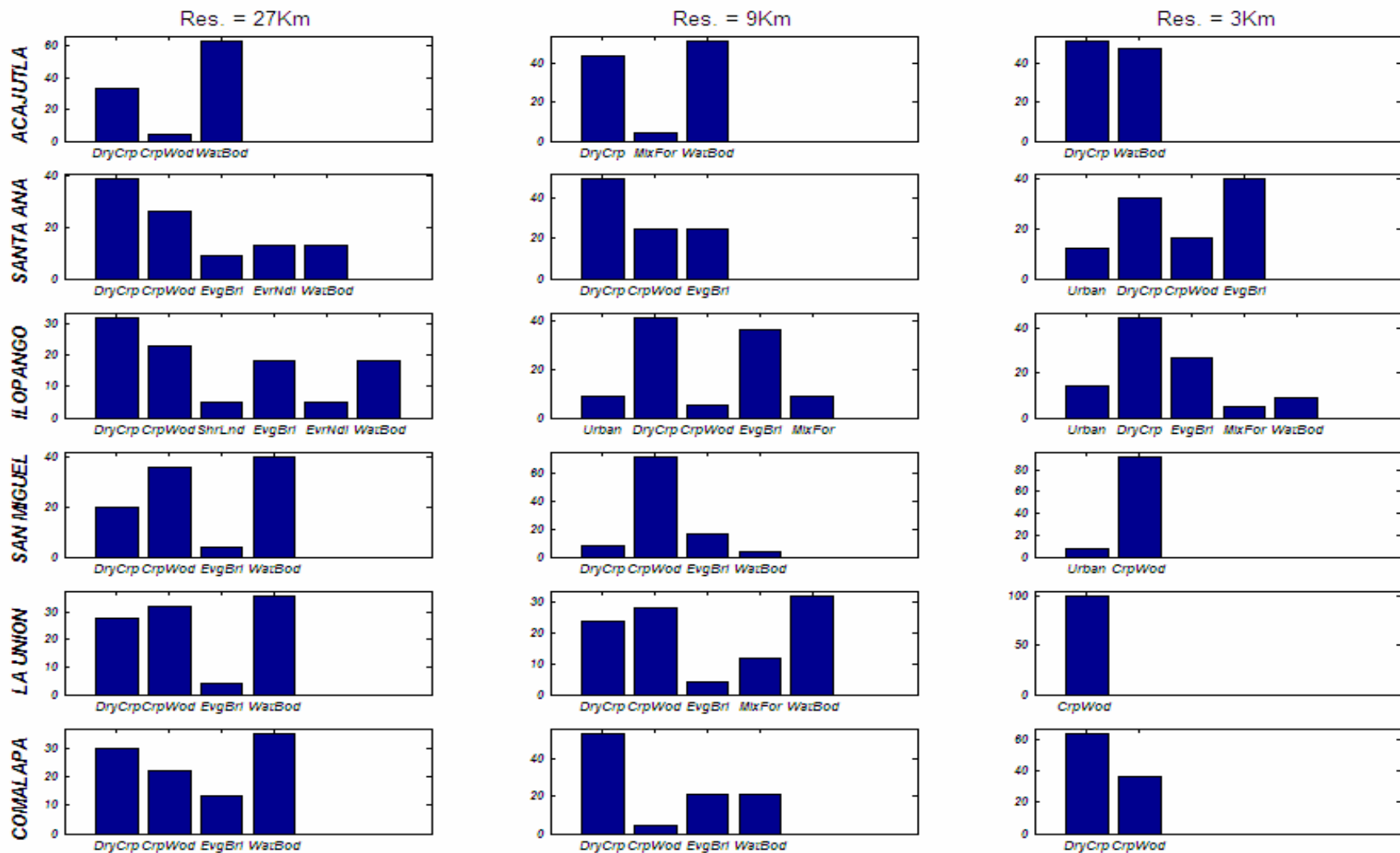
- ICUPA: parametrización de cumulus
 - Grell(3), esquema simple de nubes que permite los procesos de formación de nubes basado en la razón de inestabilidad vertical y compensación; lluvia convectiva. Util a 10-30 Km.
 - Kain Fritsh(6), permite procesos de formación de nubes con mayor sofisticación en mezcla de nubes.
- IMPHYS: esquema de humedad explícita
 - Dudhia(4) Los campos de lluvia y nubes son descritos por procesos microfísicas y además la fase de hielo es agregada.
 - Goddard(6) esquema sofisticado para resolver efectos de nubes, lluvia helada (granizo)



Categorías de Cubrimiento Terrestre e Intercambio en la superficie

- Todos los procesos de atmosféricos están directamente relacionados con el intercambio de calor y humedad en la superficie terrestre.
- Las categorías de cubrimiento terrestre son las mismas a lo largo del año en las simulaciones realizadas, sin embargo, sus características cambian estacionalmente en MM5 (verano e invierno).
- Tales características (albedo, humedad disponible, emisividad, rugosidad e inercia térmica) controlan el intercambio de energía y humedad en la superficie y en la consecuencia procesos que alteran el perfil atmosférico .

Percentage of Land Use Categories around each station at different resolutions



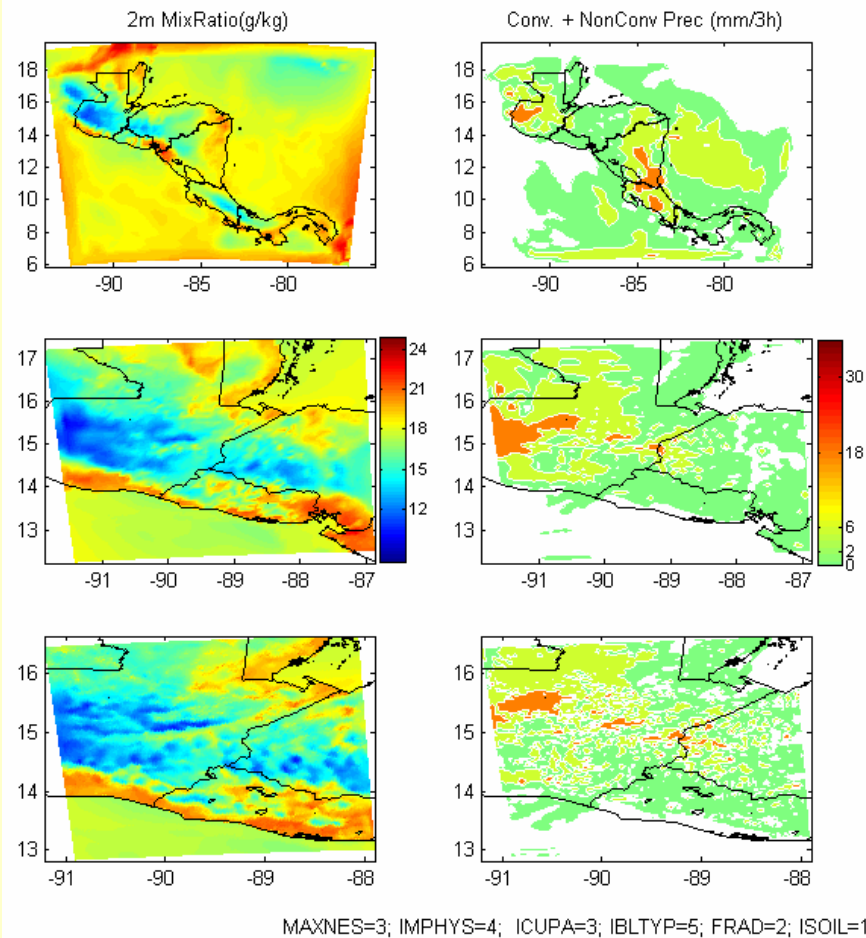
radius = 3*Res (about 25 cell around station)



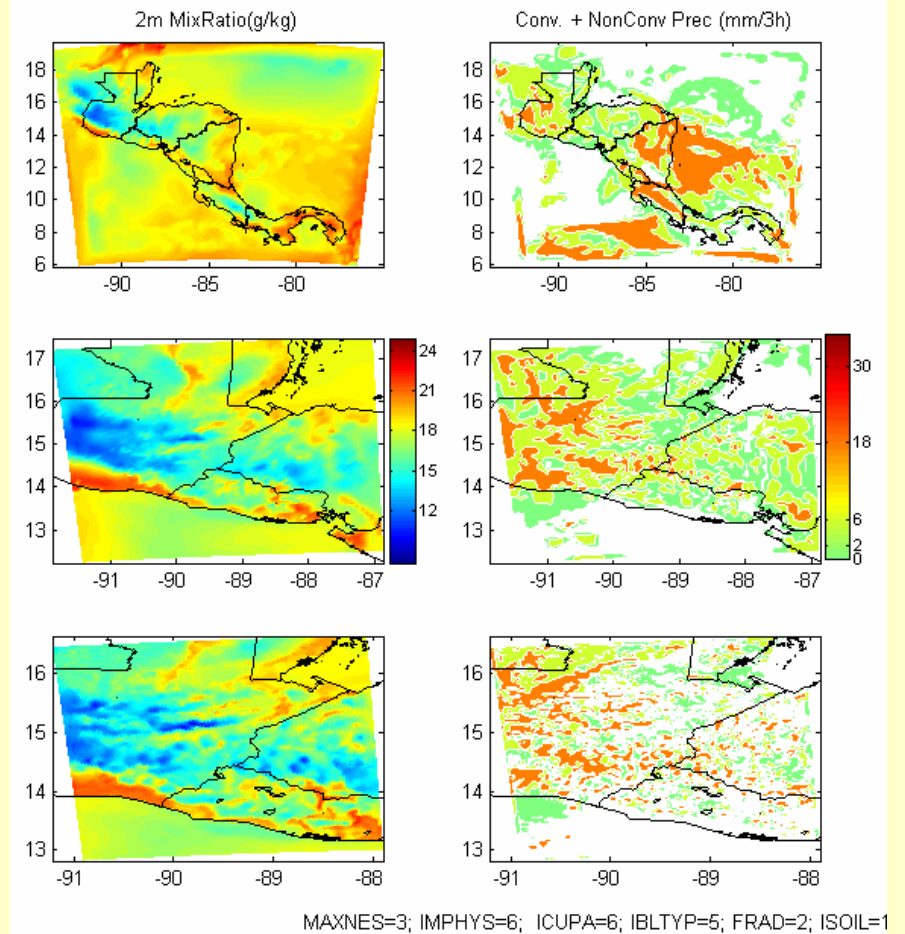
Efectos debidos a resolución

- En nuestros cortos experimentos, es claro las categorías alrededor de cada estación controlan efectos locales, cuando no es así, los procesos advectivos cobran importancia en la descripción del clima.
- Los mapas de LU del USGS para diferentes resoluciones son contruidos por interpolación con bases en el mapa de 30 seg. Por supuesto, en altas resoluciones, veremos categorías que desaparecen en gruesas resoluciones, esa será una razón por las que veremos diferencias de resultados en diferentes granulados.

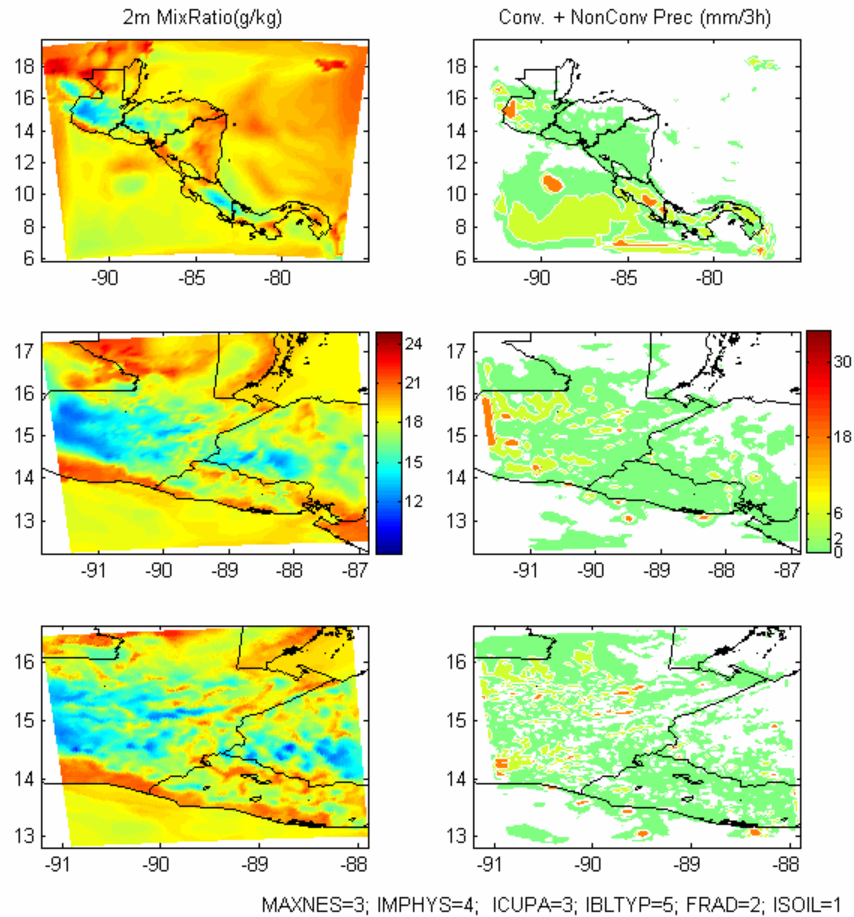
Experimento 1: May, 4, 03:00 UT



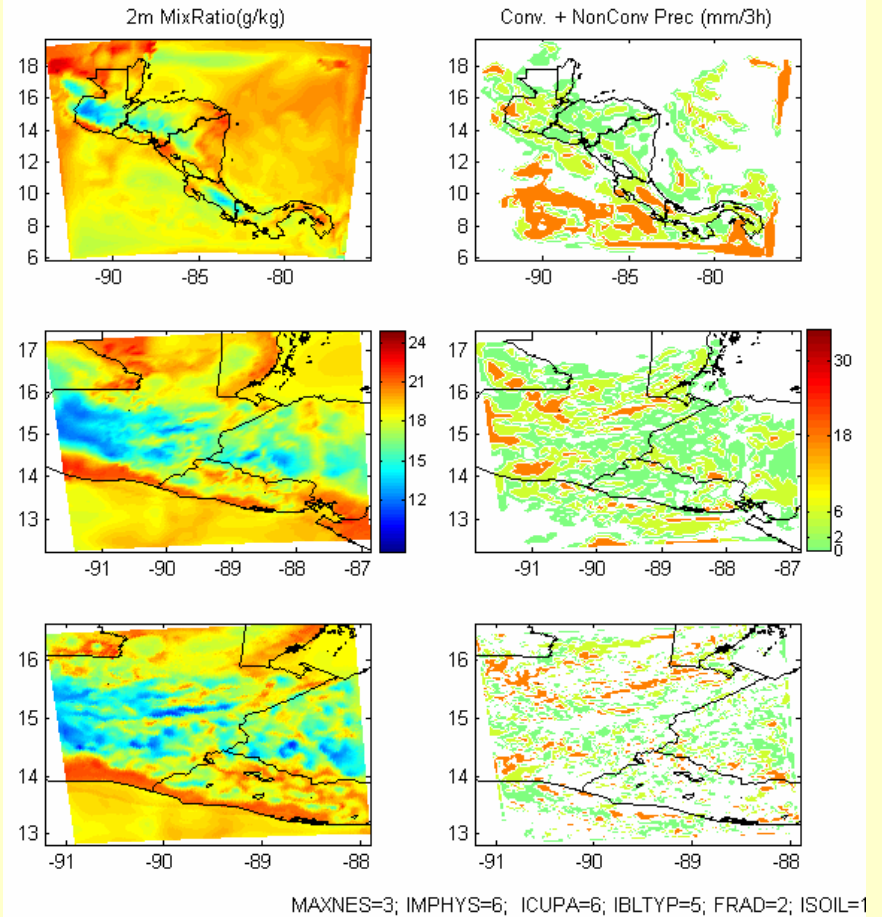
Experimento 2: May, 4, 03:00 UT



Experimento 1: Sep, 4, 03:00UT



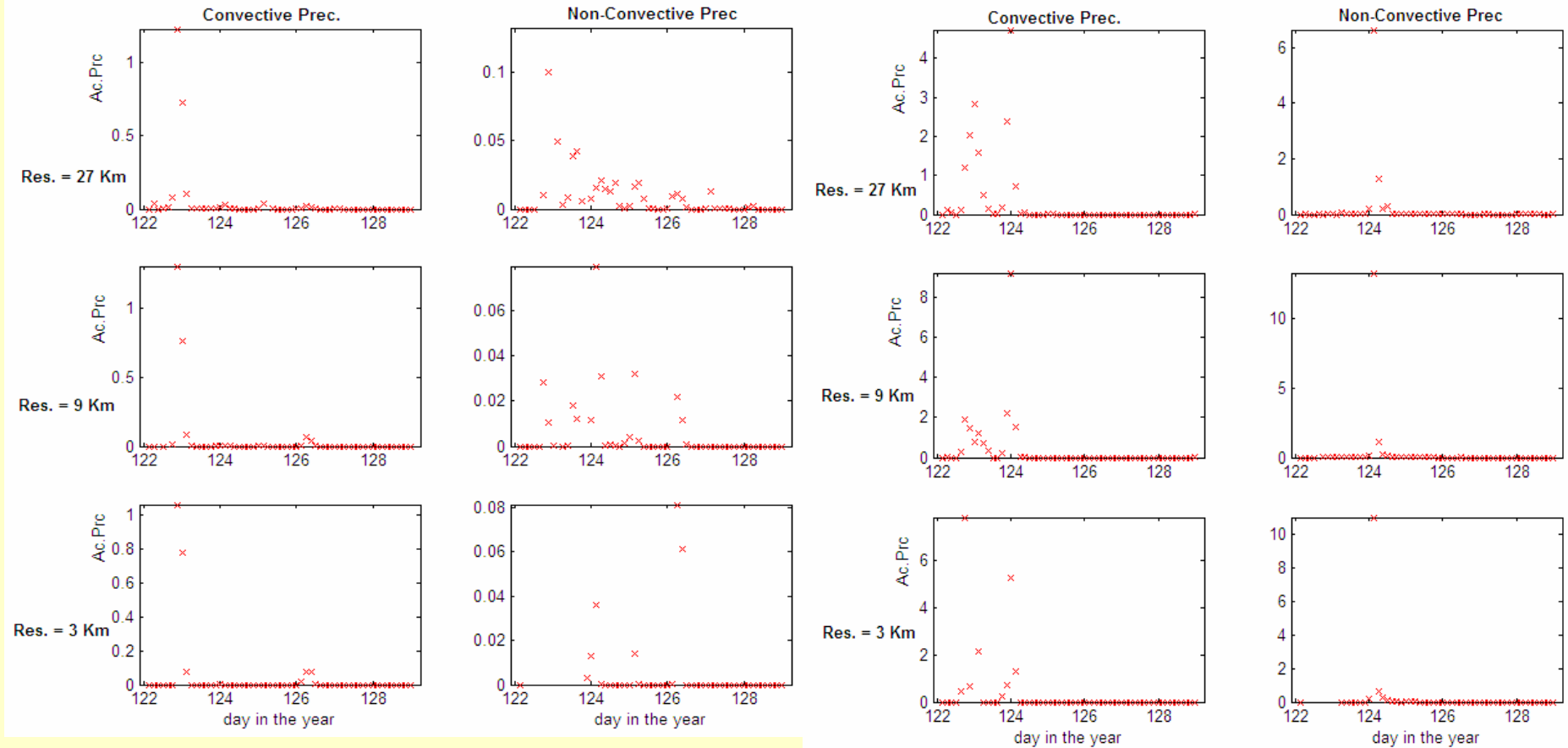
Experimento 2: Sep, 4, 03:00UT





Exper.1: May; Santa Ana

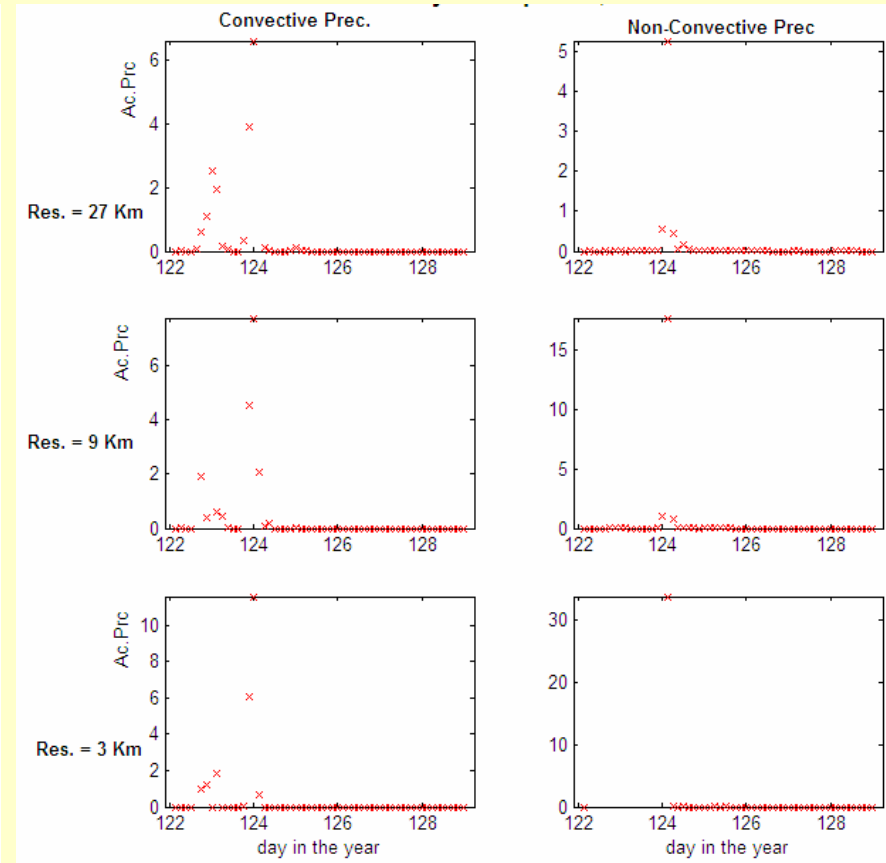
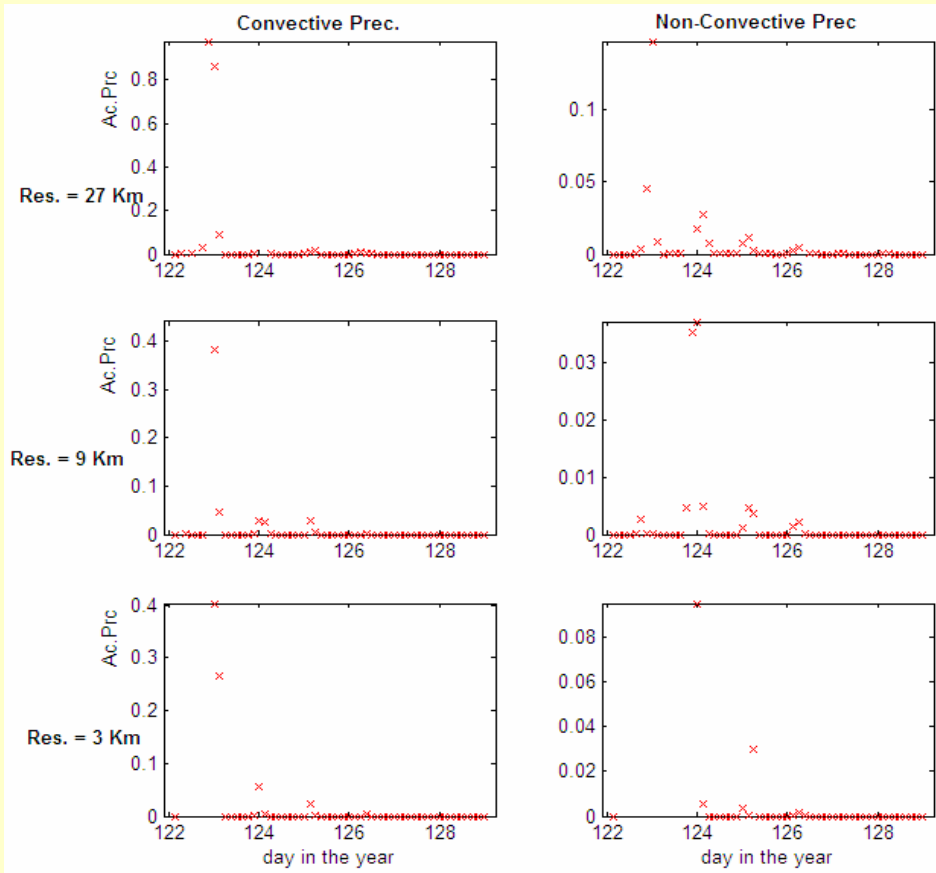
Exper.2: May; Santa Ana





Exper.1: May; Ilopango

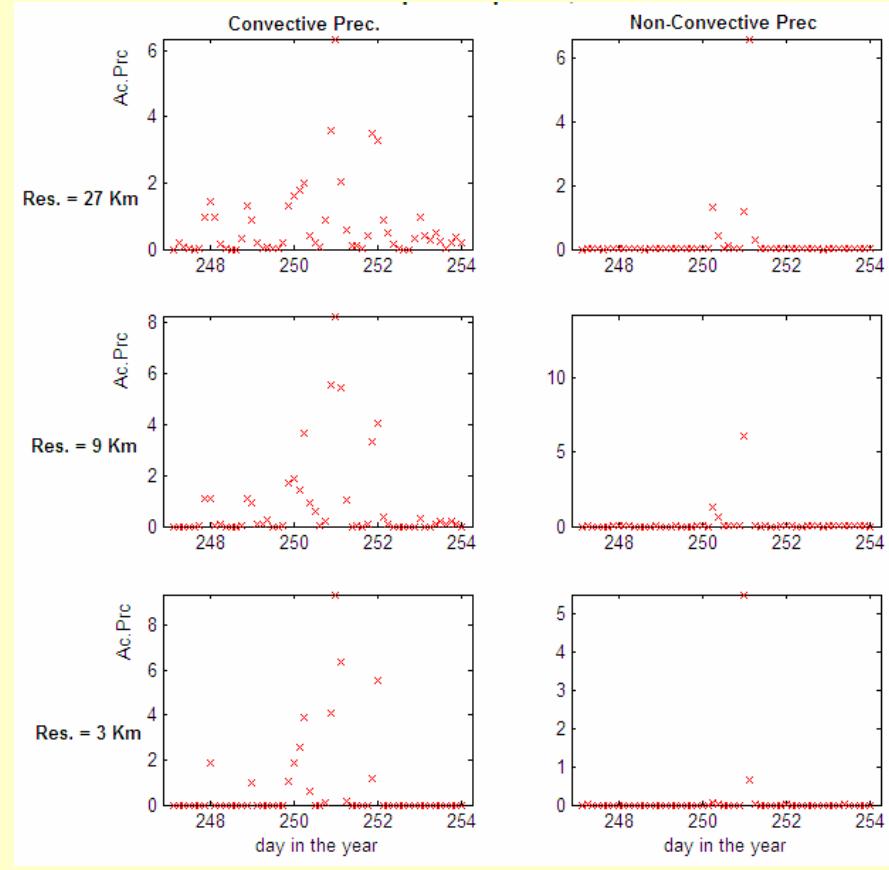
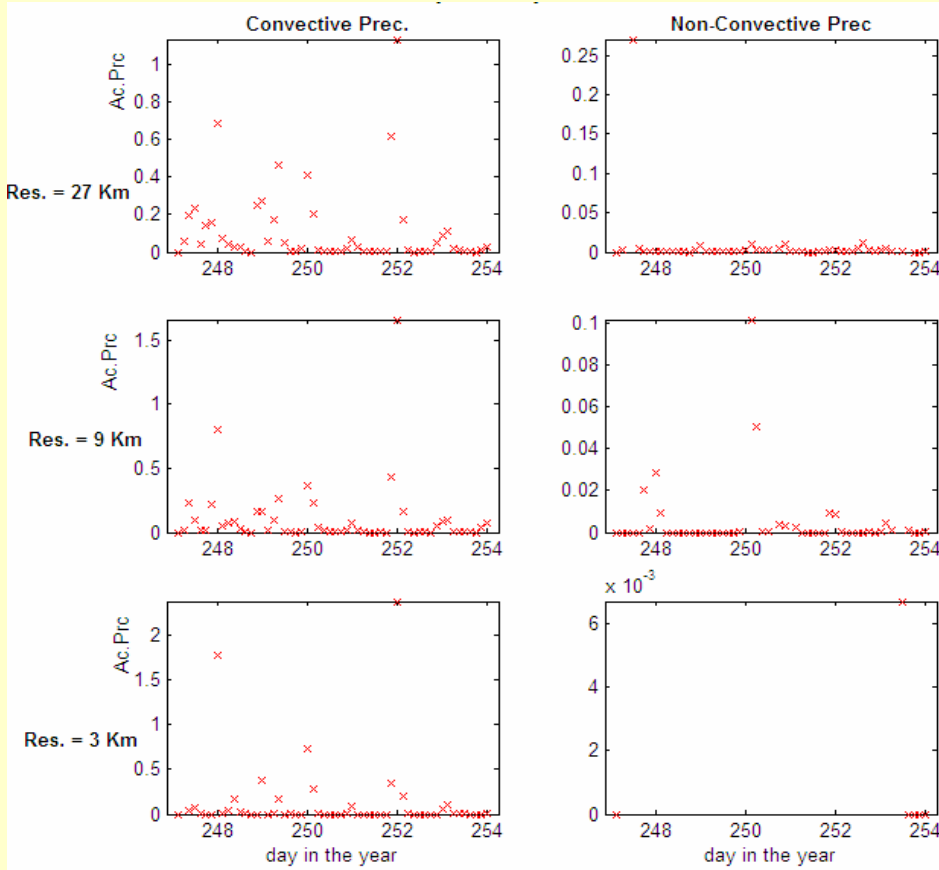
Exper.2: May; Ilopango





Exper.1: Sep; Santa Ana

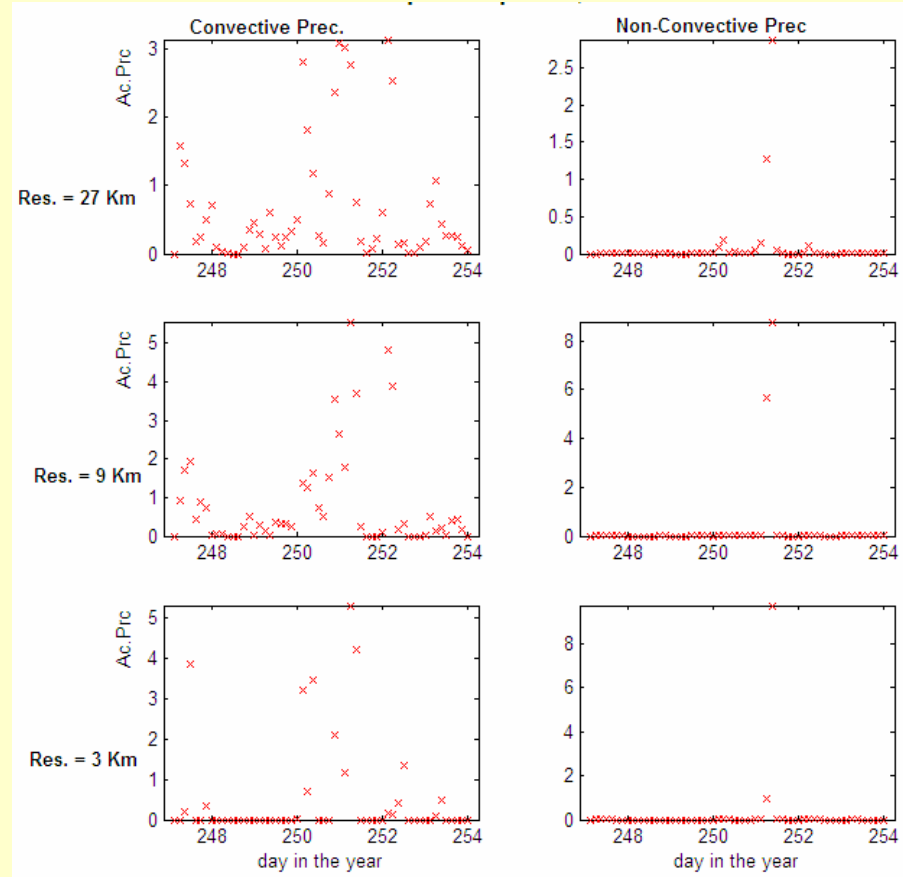
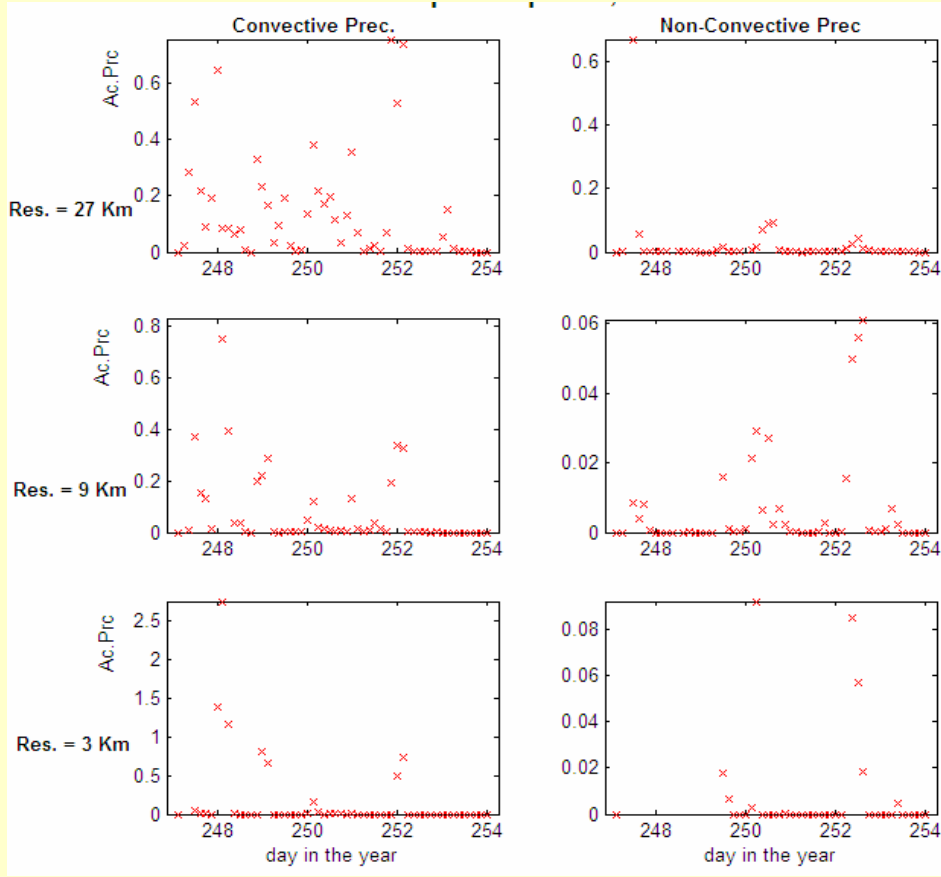
Exper.2: Sep; Santa Ana





Exper.1: Sep; San Miguel

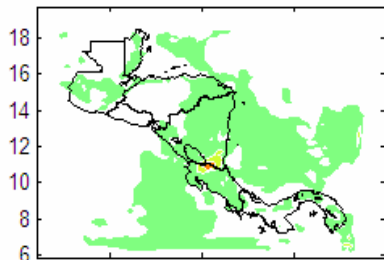
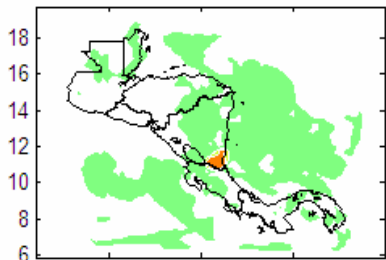
Exper.2: Sep; San Miguel



Exp.1: 27 Km, May-2004: Acum. Prec. (mm/3h)

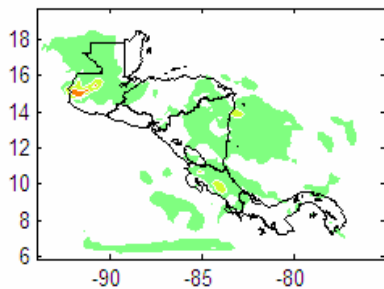
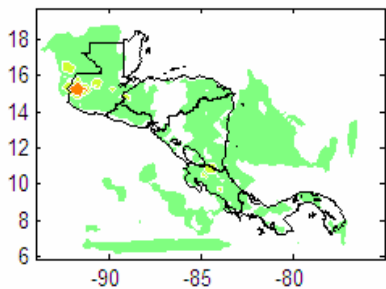
May - 2, 15:00

May - 2, 18:00



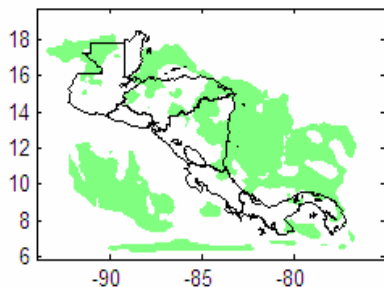
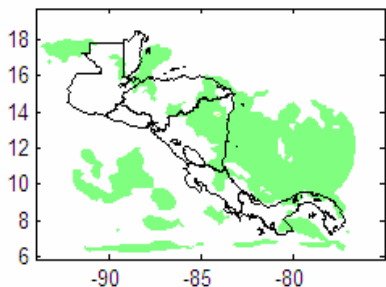
May - 3, 0:00

May - 3, 3:00



May - 3, 9:00

May - 3, 12:00

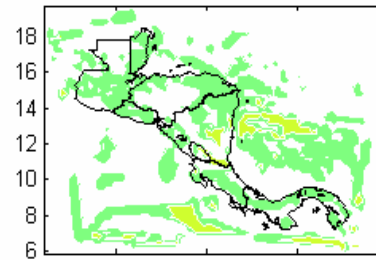
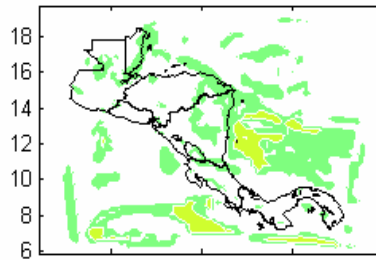


MAXNES=3; IMPHYS=4; ICUPA=3; IBLTYP=5; FRAD=2; ISOIL=1

Exp.2: 27 Km, May-2004: Acum. Prec. (mm/3h)

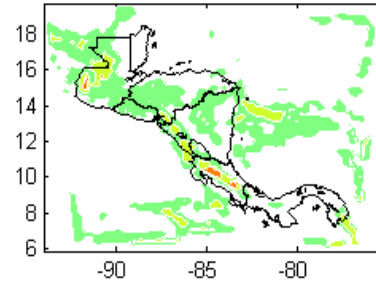
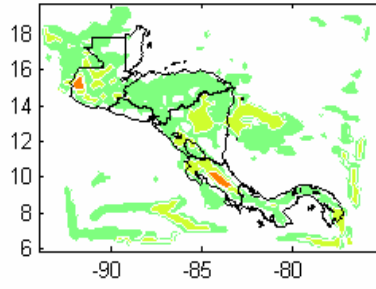
May - 2, 15:00

May - 2, 18:00



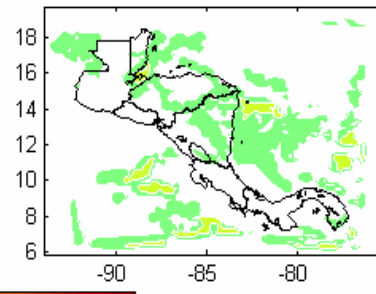
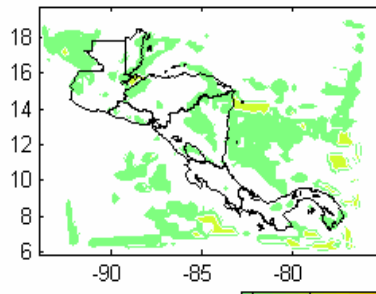
May - 3, 0:00

May - 3, 3:00



May - 3, 9:00

May - 3, 12:00

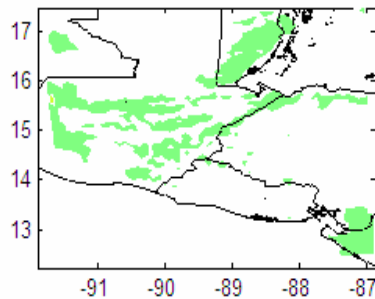
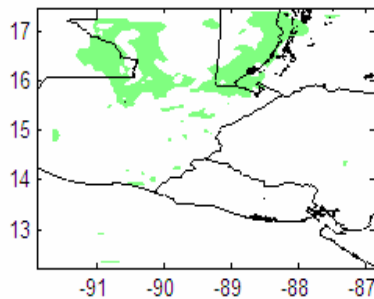


MAXNES=3; IMPHYS=6; ICUPA=6; IBLTYP=5; FRAD=2; ISOIL=1

Exp.1*: 9 Km, May-2004: Acum. Prec. (mm/3h)

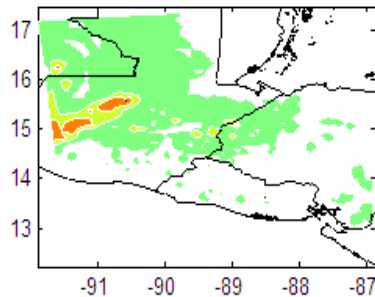
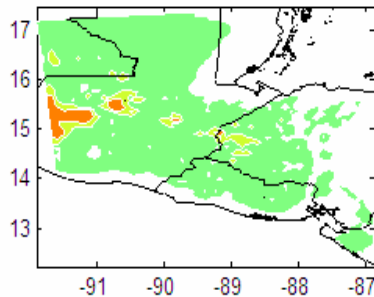
May - 2, 15:00

May - 2, 18:00



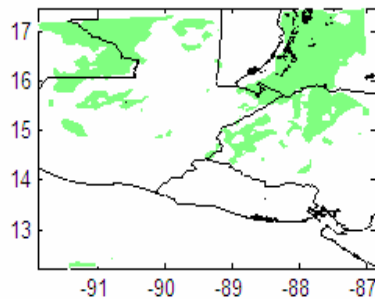
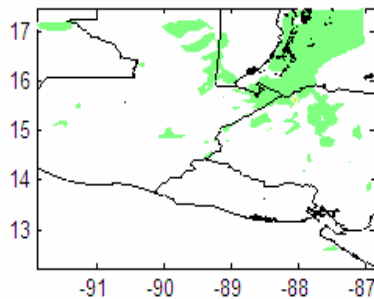
May - 3, 0:00

May - 3, 3:00



May - 3, 9:00

May - 3, 12:00

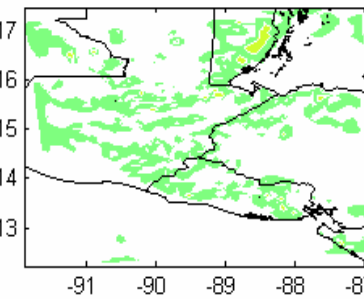
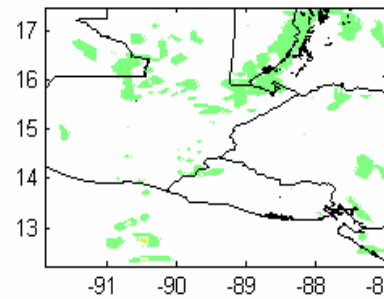


MAXNES=3; IMPHYS=4; ICUPA=3; IBLTYP=5; FRAD=2; ISOIL=1

Exp.2*: 9 Km, May-2004: Acum. Prec. (mm/3h)

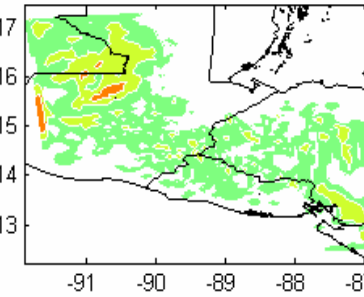
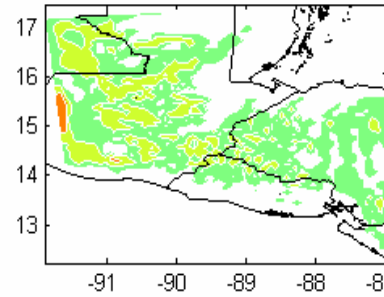
May - 2, 15:00

May - 2, 18:00



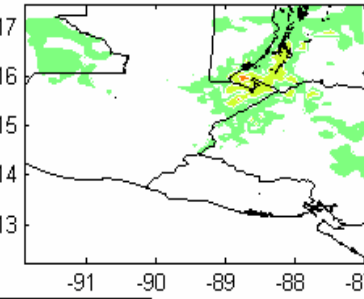
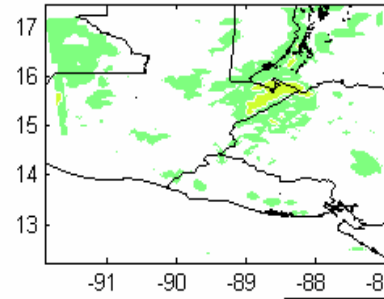
May - 3, 0:00

May - 3, 3:00



May - 3, 9:00

May - 3, 12:00



MAXNES=3; IMPHYS=6; ICUPA=6; IBLTYP=5; FRAD=2; ISOIL=1



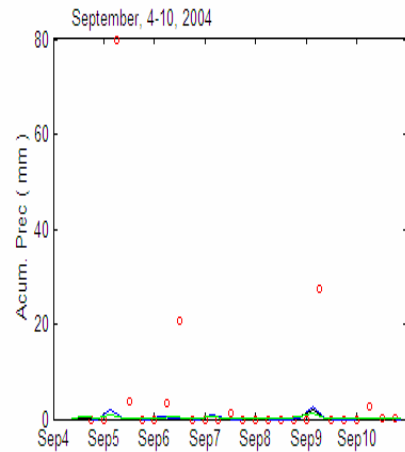
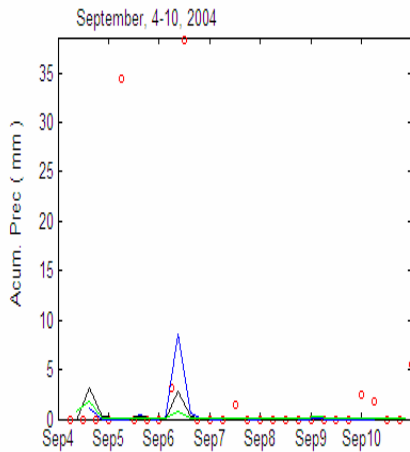
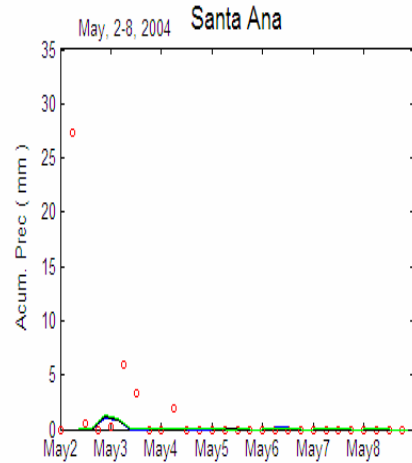
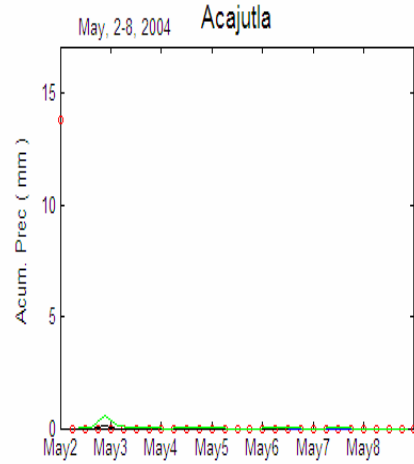
Resumiendo: comparando solamente los experimentos

- Son algunas veces notables las diferencias en precipitación dependiendo del periodo del año y la estación. Estas diferencias en buena medida se deben a cambios en las categorías de suelo en la vecindad de cada estación, dependiendo de la resolución empleada.
- En la descripción de la precipitación las dos configuraciones del modelo describen gruesamente patrones generales, aunque sus magnitudes son notablemente diferentes.
- En la variabilidad temporal, las dos configuraciones presenta en algunos casos diferencias en la extensión del evento de lluvia.

... veamos que sucede en el diagnóstico

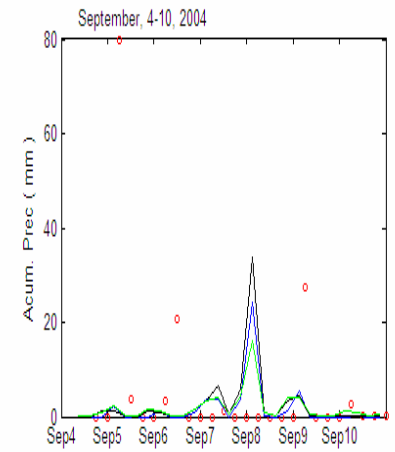
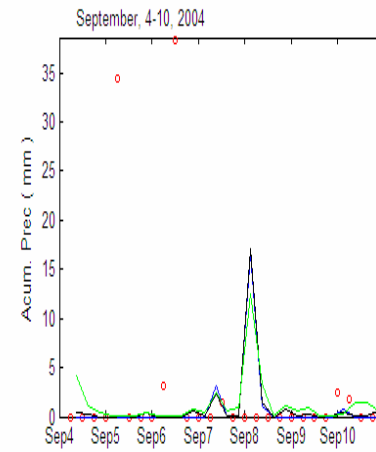
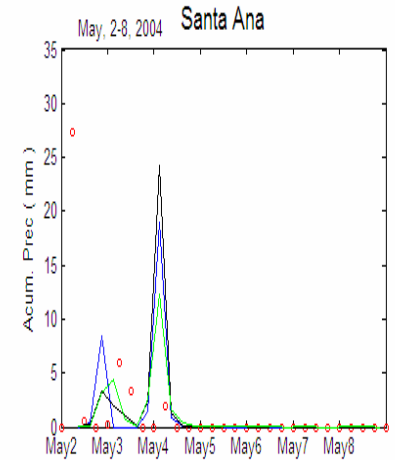
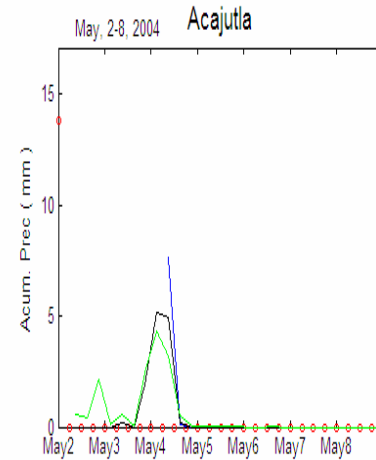


Experiment 1: Diagnose Precipitation



Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)

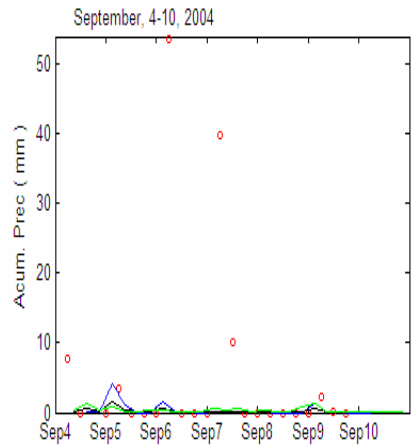
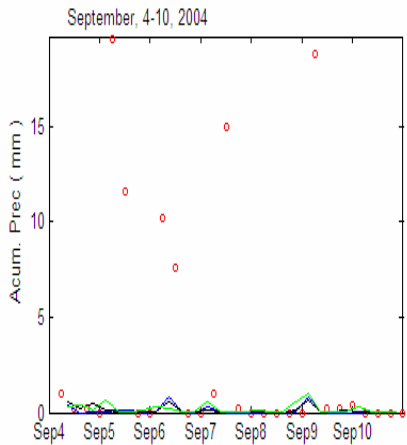
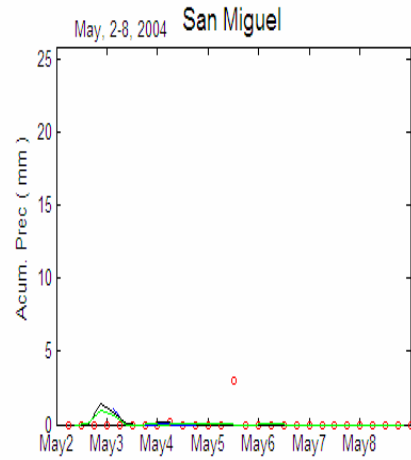
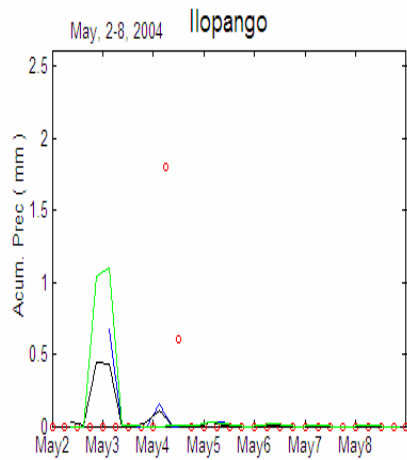
Experiment 2: Diagnose Precipitation



Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)

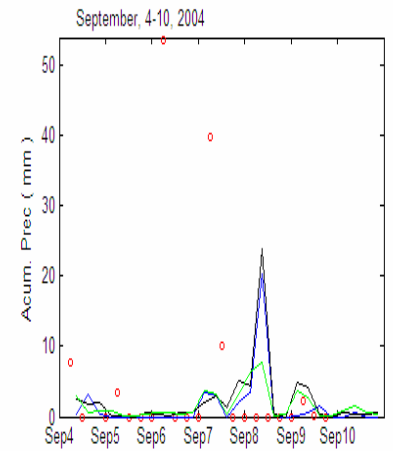
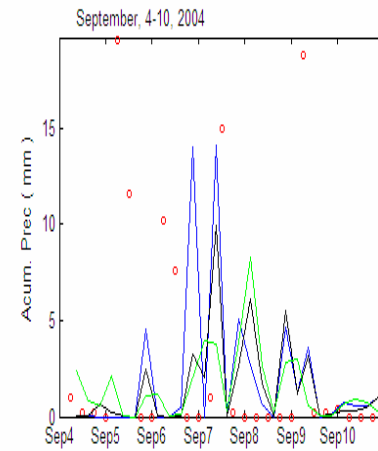
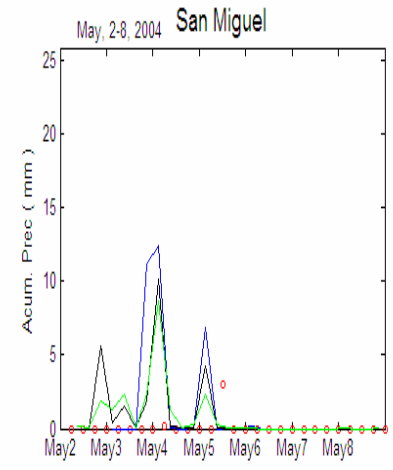
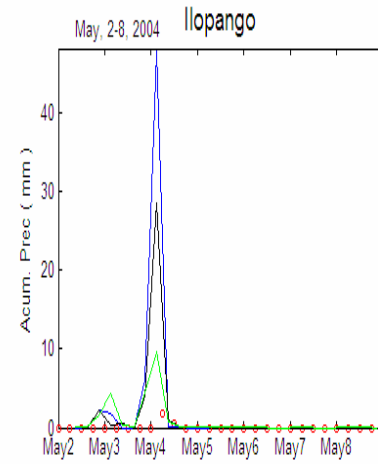


Experiment 1: Diagnose Precipitation



Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)

Experiment 2: Diagnose Precipitation



Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)



Resumiendo para el diagnostico

- En cuanto al diagnostico, vemos que los dos experimentos presentan precipitaciones mayores que el experimento básico.
- Las dos configuraciones continúan presentando diferencias a lo observado, aunque los promedios durante los periodos en el experimento 2 son mas similares a los medidos.

- >> **obs_vs_mod_3km_y_9km_27km_Prec: Experiment 1**

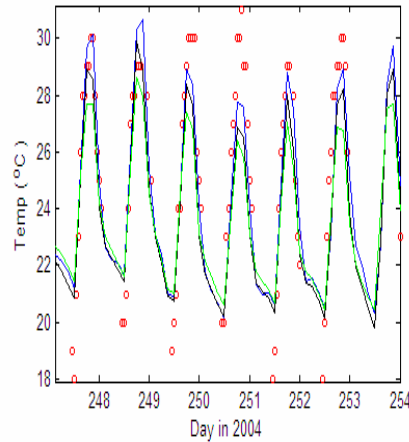
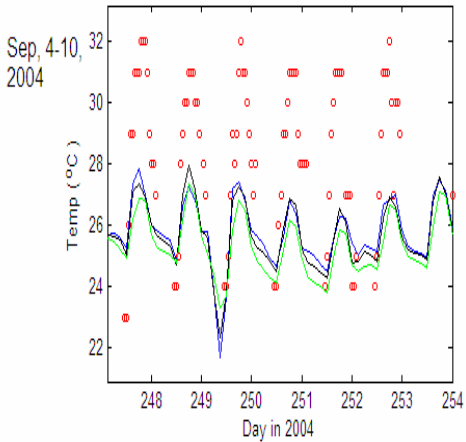
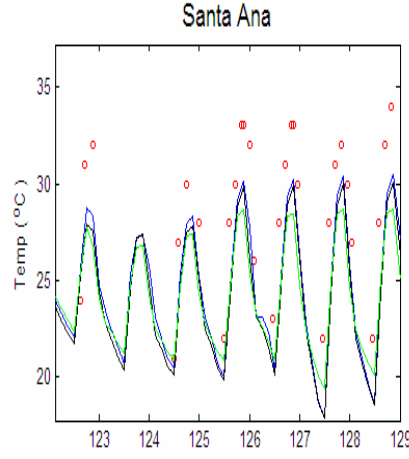
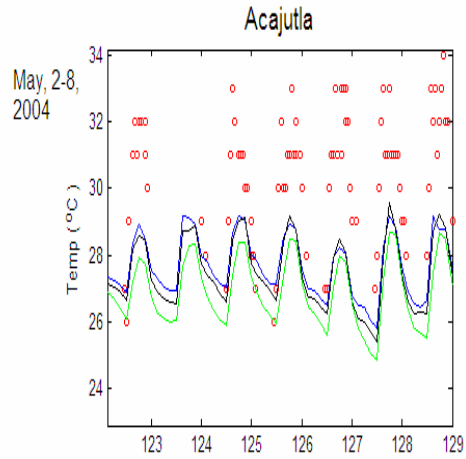
	avob	sdob	avm3k	sdm3k	CC3	avm9k	sdm9k	CC9	avm27k	sdm27k	CC27
• ACAJUTLA May-04:	0.51	2.78	0.00	0.00	NaN	0.01	0.03	NaN	0.03	0.11	NaN
• SANTA ANA May-04:	1.89	6.14	0.08	0.26	0.06	0.09	0.27	0.45	0.11	0.32	0.69
• ILOPANGO May-04:	0.27	0.64	0.04	0.14	0.79	0.04	0.12	0.76	0.08	0.29	0.11
• SAN MIGUEL May-04:	0.92	4.27	0.05	0.22	0.03	0.09	0.30	-0.00	0.06	0.22	-0.16
• LA UNION May-04:	1.51	9.43	0.05	0.24	-0.93	0.03	0.12	-0.89	0.06	0.19	0.16
• ACAJUTLA Sep-04:	3.18	7.80	0.42	1.68	0.30	0.26	0.78	0.17	0.17	0.38	0.12
• SANTA ANA Sep-04:	3.70	12.48	0.26	0.61	0.54	0.21	0.39	0.50	0.24	0.32	0.37
• ILOPANGO Sep-04:	2.47	5.07	0.10	0.23	0.06	0.11	0.19	-0.08	0.18	0.26	-0.05
• SAN MIGUEL Sep-04:	3.47	10.09	0.33	0.88	-0.04	0.19	0.33	-0.05	0.32	0.38	0.00
• LA UNION Sep-04 :	3.35	7.43	0.47	0.92	NaN	0.29	0.50	NaN	0.36	0.42	NaN

- >> **obs_vs_mod_3km_y_9km_27km_Prec: Experiment 2**

	avob	sdob	avm3k	sdm3k	CC3	avm9k	sdm9k	CC9	avm27k	sdm27k	CC27
• ACAJUTLA May-04:	0.51	2.78	0.41	1.75	NaN	0.46	1.37	NaN	0.53	1.13	NaN
• SANTA ANA May-04:	1.89	6.14	1.12	3.92	0.99	1.30	4.68	0.99	0.95	2.54	1.00
• ILOPANGO May-04:	0.27	0.64	2.15	9.24	0.86	1.36	5.50	0.88	0.80	2.13	0.91
• SAN MIGUEL May-04:	0.92	4.27	1.28	3.53	-0.21	0.89	2.29	-0.20	0.77	1.78	-0.14
• LA UNION May-04 :	1.51	9.43	0.59	1.57	0.85	0.67	1.53	0.85	0.84	1.74	0.87
• ACAJUTLA Sep-04:	3.18	7.80	0.80	3.21	-0.11	0.93	3.28	-0.12	1.24	2.46	-0.20
• SANTA ANA Sep-04:	3.70	12.48	1.74	4.74	-0.07	2.46	6.54	-0.15	1.85	3.21	-0.14
• ILOPANGO Sep-04:	2.47	5.07	2.08	3.88	-0.09	1.52	2.38	-0.13	1.57	1.87	-0.31
• SAN MIGUEL Sep-04:	3.47	10.09	1.43	3.96	0.18	2.21	4.59	0.14	1.60	1.98	0.28
• LA UNION Sep-04 :	3.35	7.43	2.26	2.53	NaN	1.14	1.65	NaN	1.64	1.96	NaN

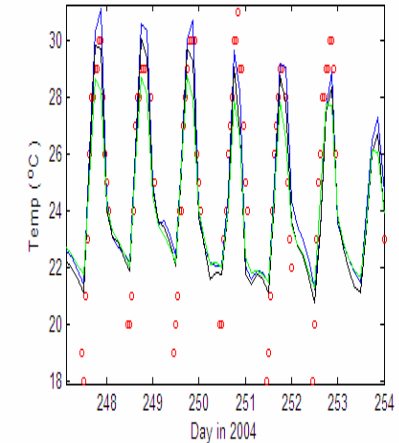
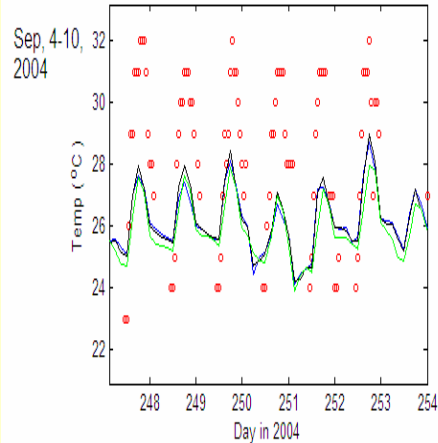
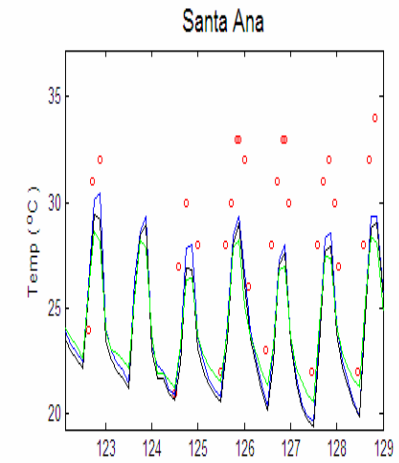
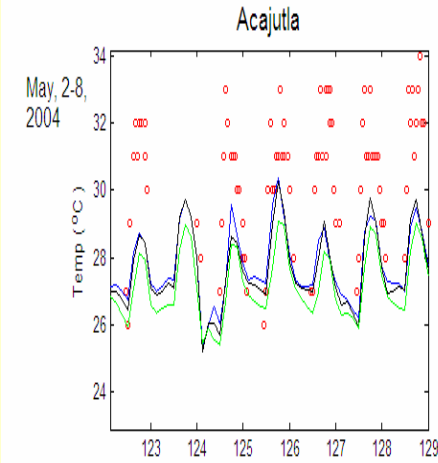
Variabilidad en temperatura

Experiment 1:



Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)

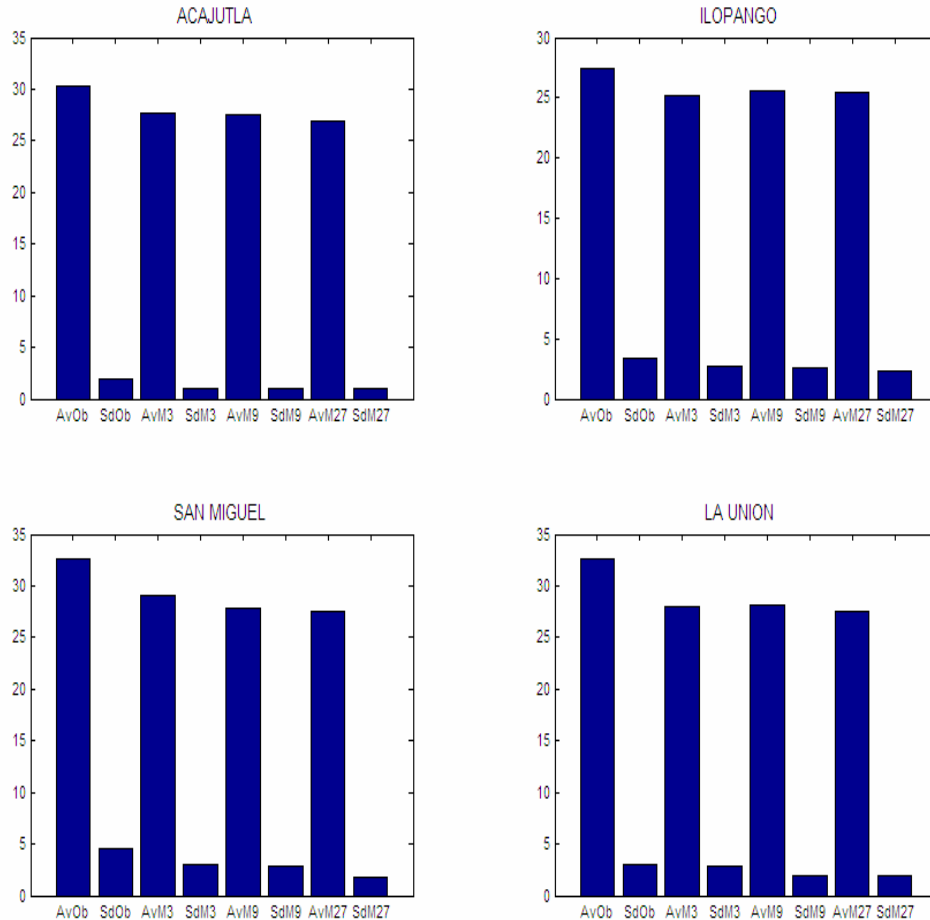
Experiment 2:



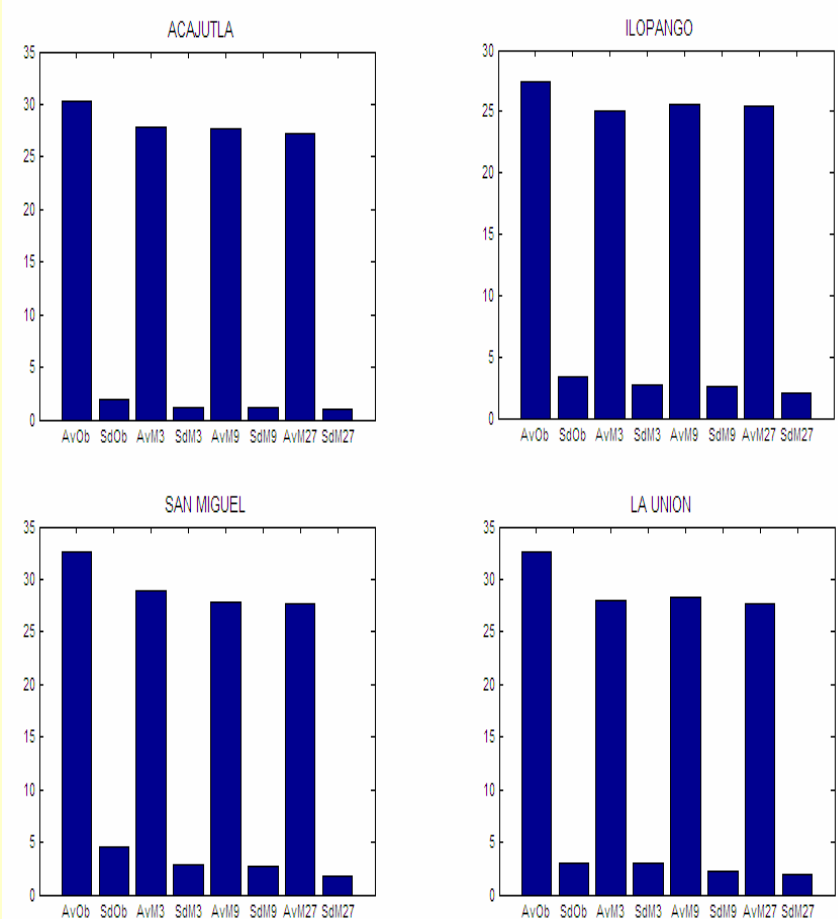
Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)

Mayo: Temperatura, Promedios y Desv. Standard

Experiment 1, May-04: Temp. (aver; Std)



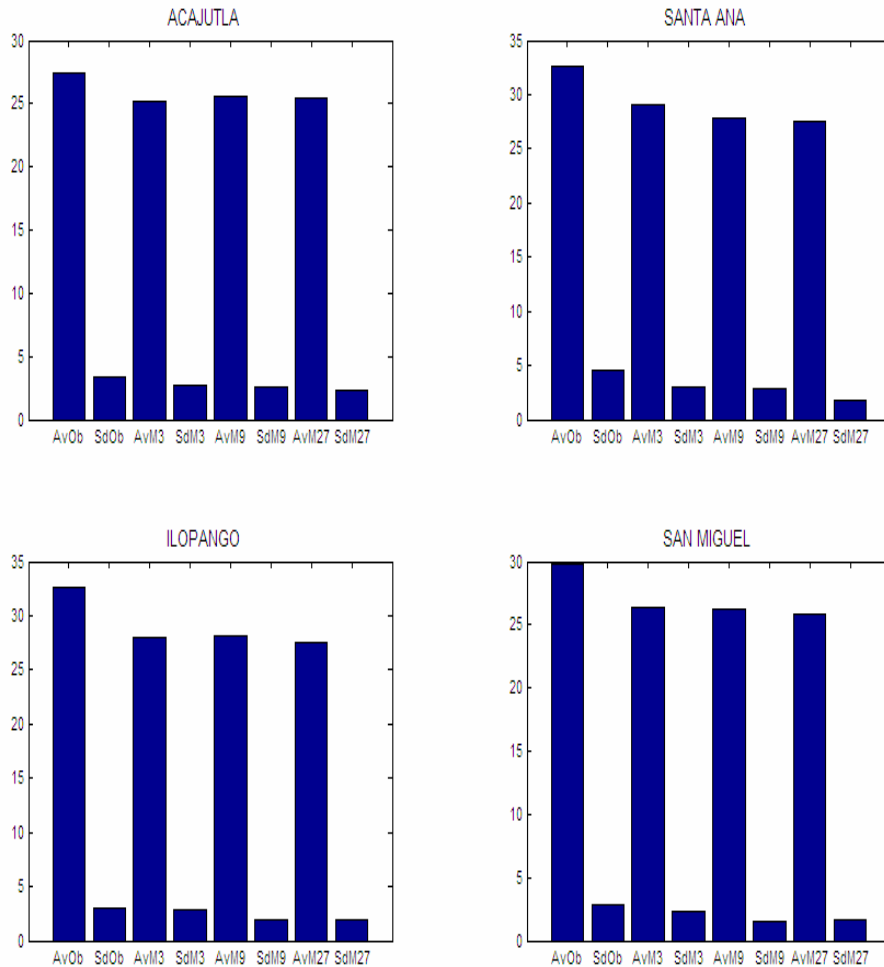
Experiment 2: May-04, Temp. (aver; Std)



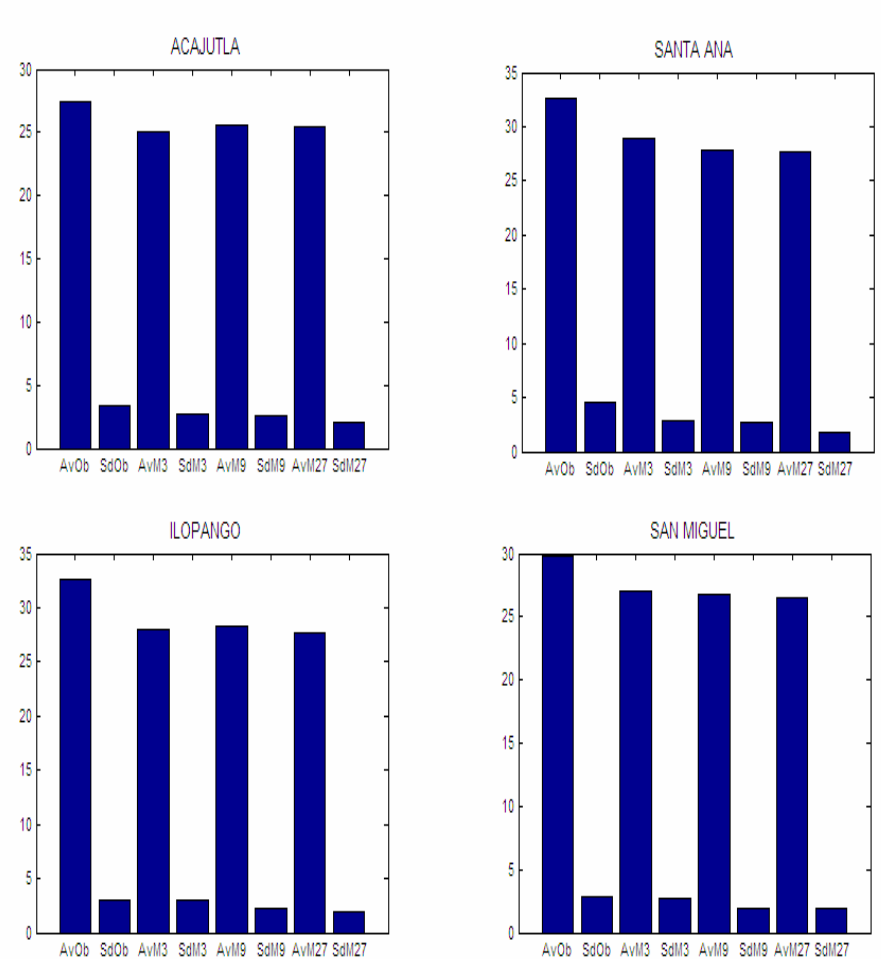


Septiembre: Temperatura, Promedios y Desv. Standard

Experiment 1, Sep-04: Temp. (aver; Std)



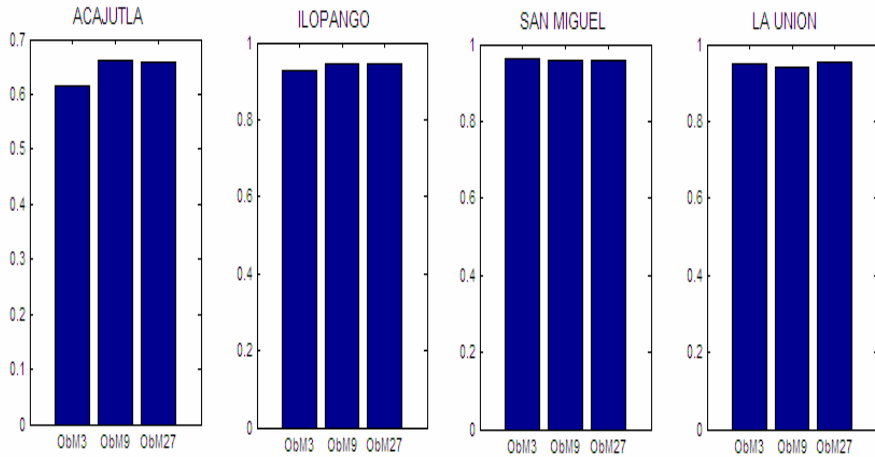
Experiment 2, Sep-04: Temp. (aver; Std)



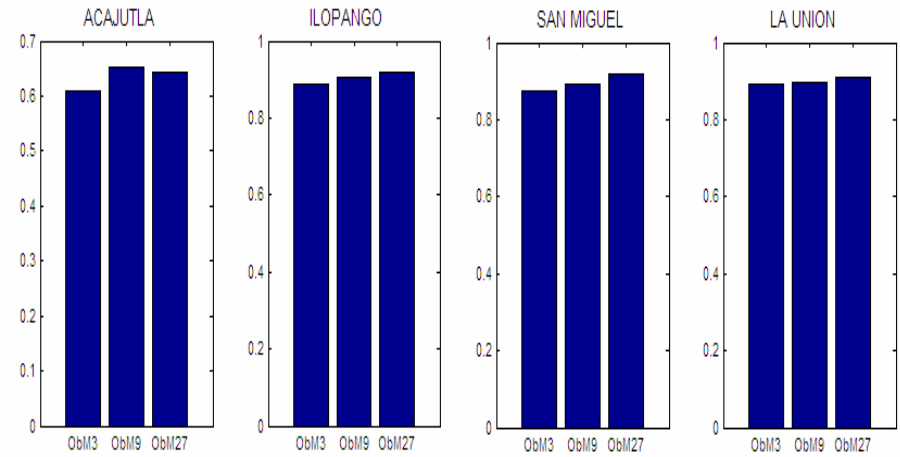


Coeficientes de correlación

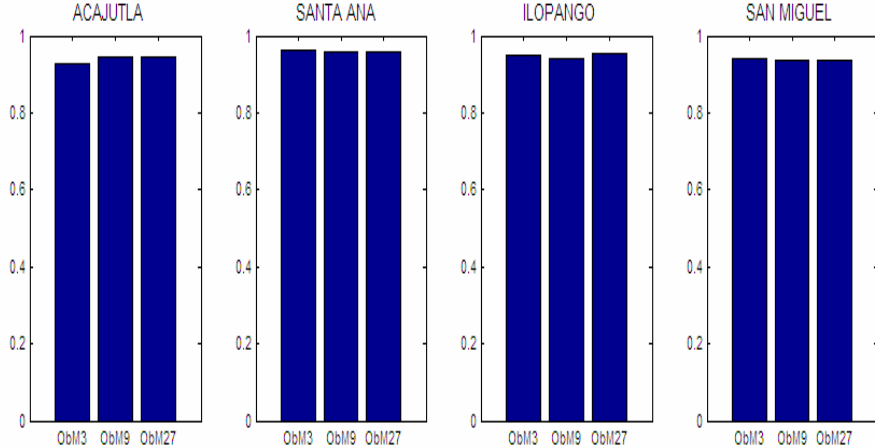
Experiment 1, May-04: Temp. (Cor.Coeff)



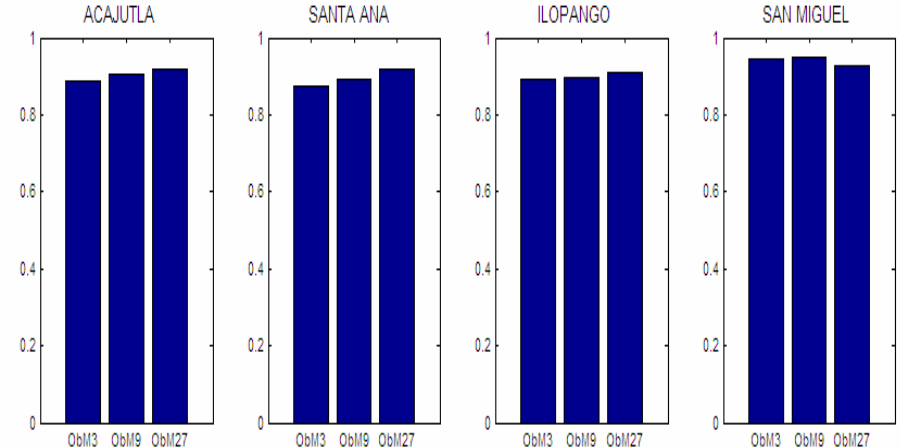
Experiment 2: May-04: Temp. (Cor.Coeff)



Experiment 1, Sep-04: Temp. (Cor.Coeff)



Experiment 2: Sep-04: Temp. (Cor.Coeff)





En resumen para la temperatura:

- La temperatura estimada por MM5 en las dos configuraciones muestra una leve mejoría en comparación con las medidas.
- Igual que en el experimento básico el ciclo diurno modelado claramente sigue las observaciones tanto en variabilidad como en promedio.

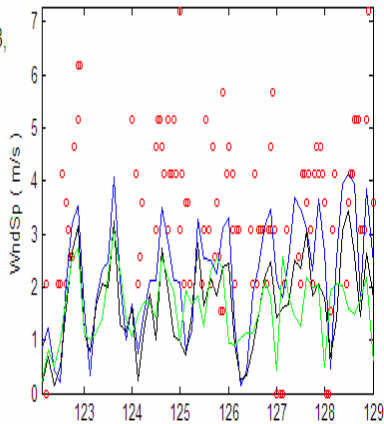


Vientos: Diagnostico

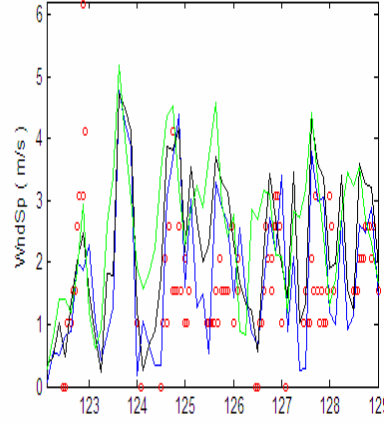
Experiment 1:

Ilopango

May, 2-8, 2004



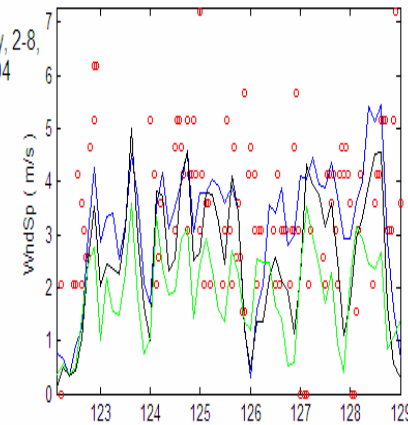
San Miguel



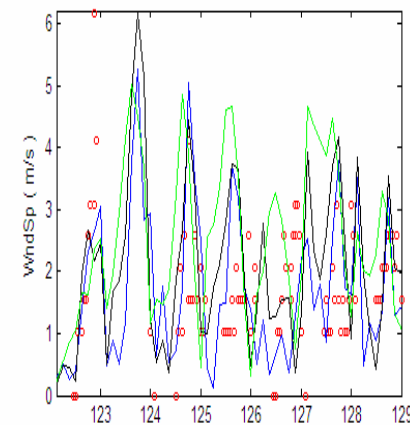
Experiment 2:

Ilopango

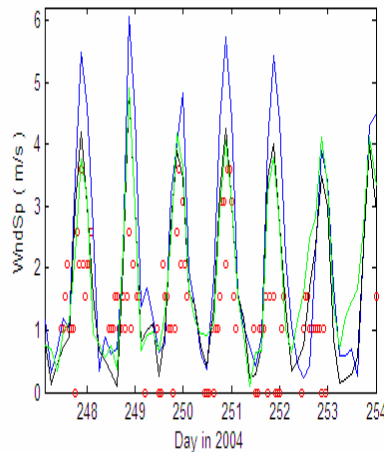
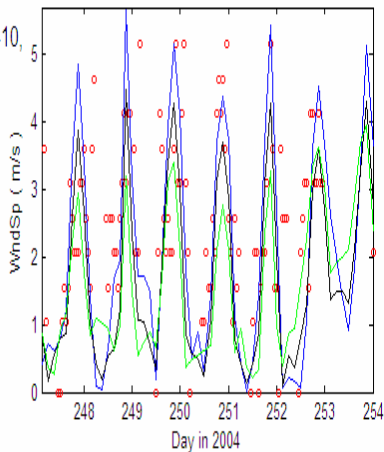
May, 2-8, 2004



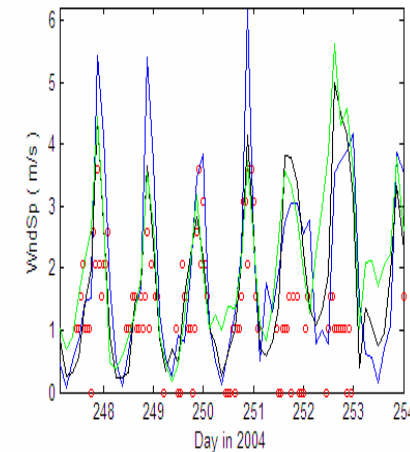
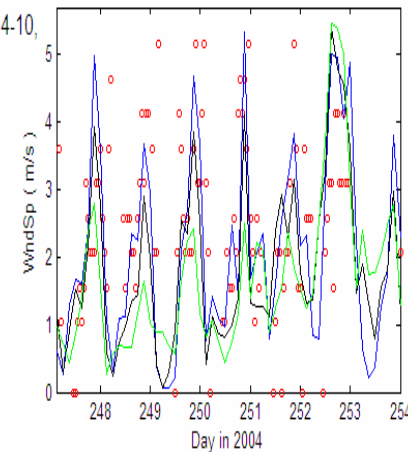
San Miguel



Sep, 4-10, 2004



Sep, 4-10, 2004



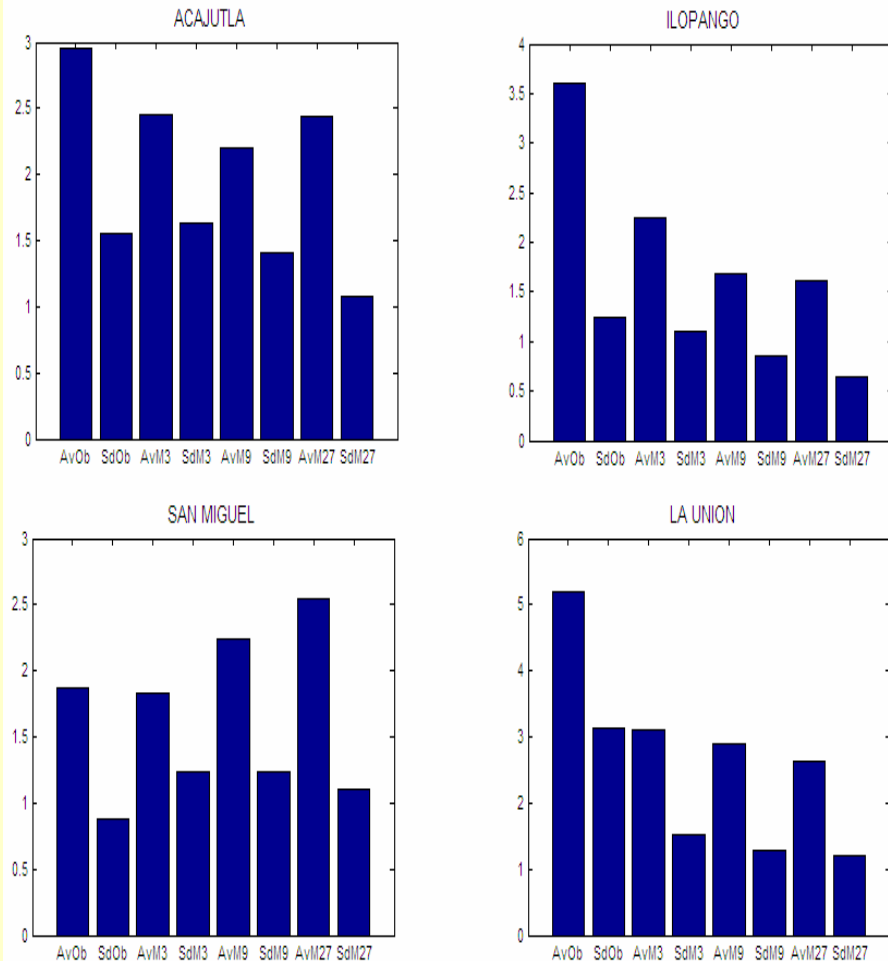
Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)

Observations(o), 3km-MM5 (blue), 9km-MM5 (black), 27km-MM5(green)

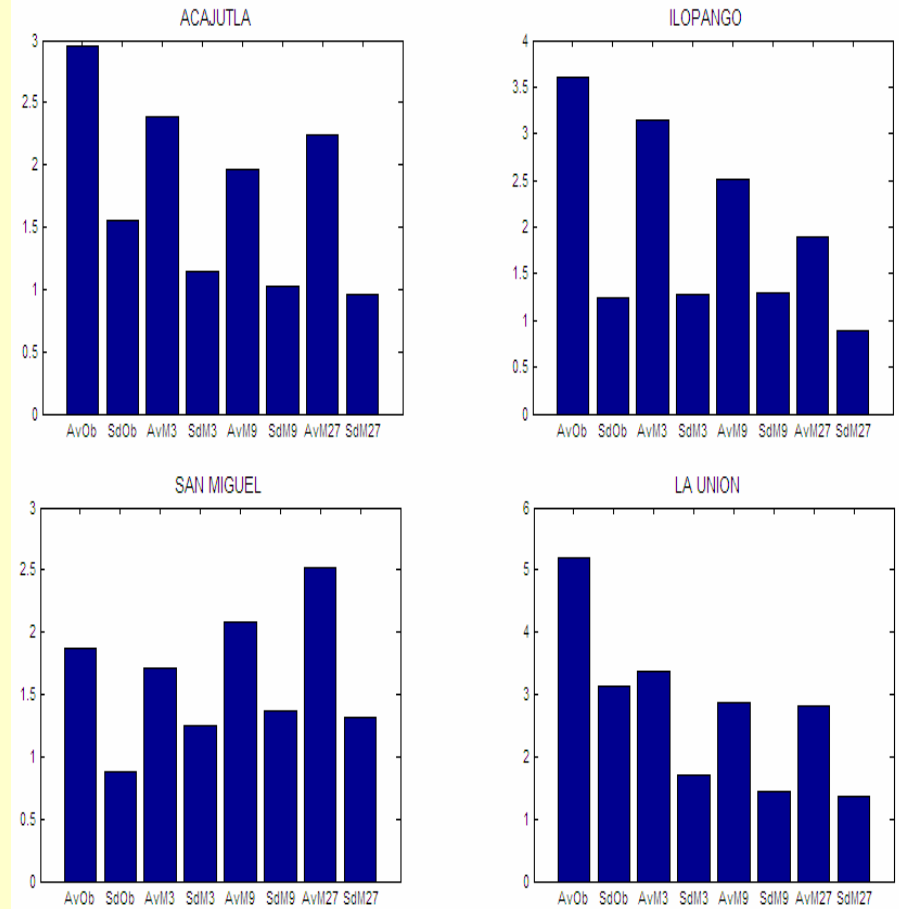


Mayo: Vientos, promedio y desviación Standard

Experiment 1: , May-04: WndSpd. (aver; Std)



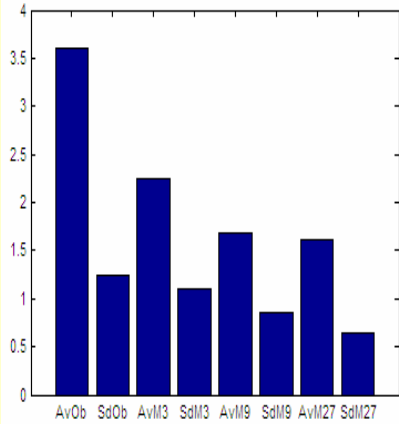
Experiment 2: , May-04: WndSpd. (aver; Std)



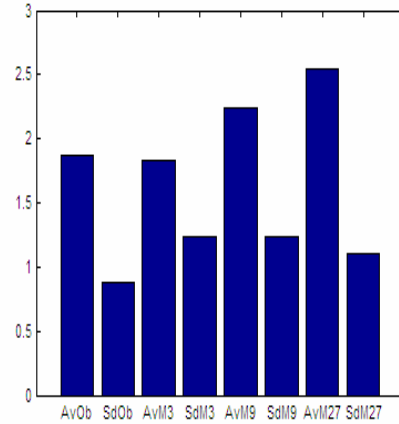
Septiembre: Vientos, promedio y desviación Standard

Experiment 1: , Sep-04: WndSpd. (aver; Std)

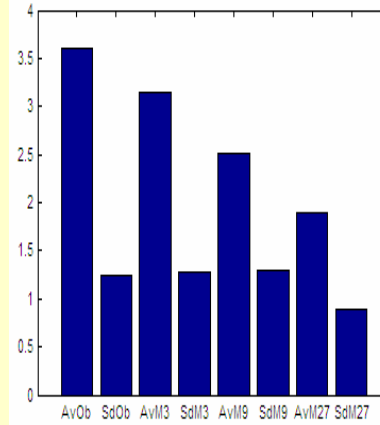
ACAJUTLA



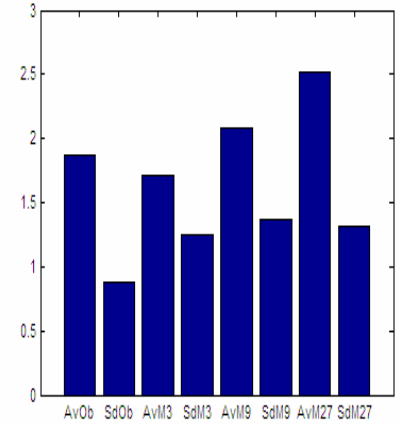
SANTA ANA



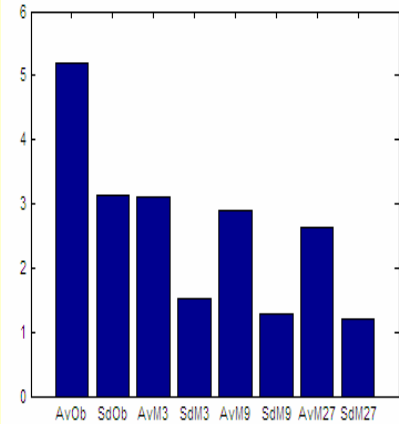
ACAJUTLA



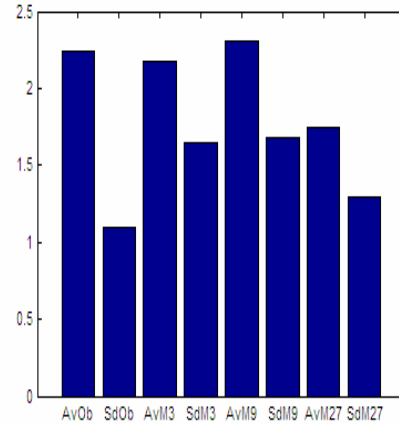
SANTA ANA



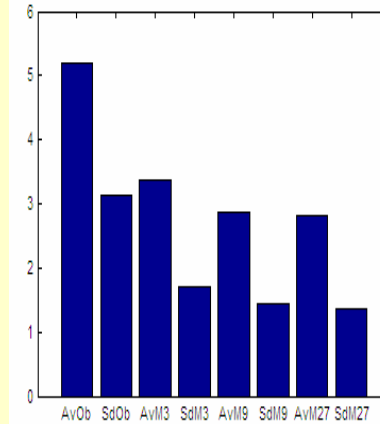
ILOPANGO



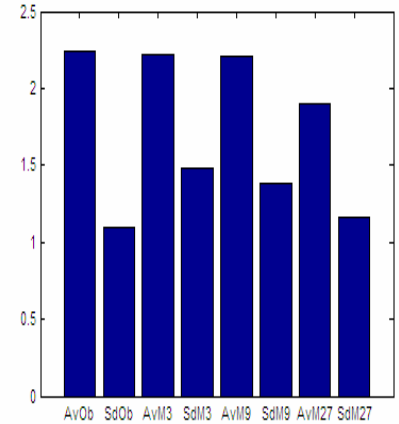
SAN MIGUEL



ILOPANGO



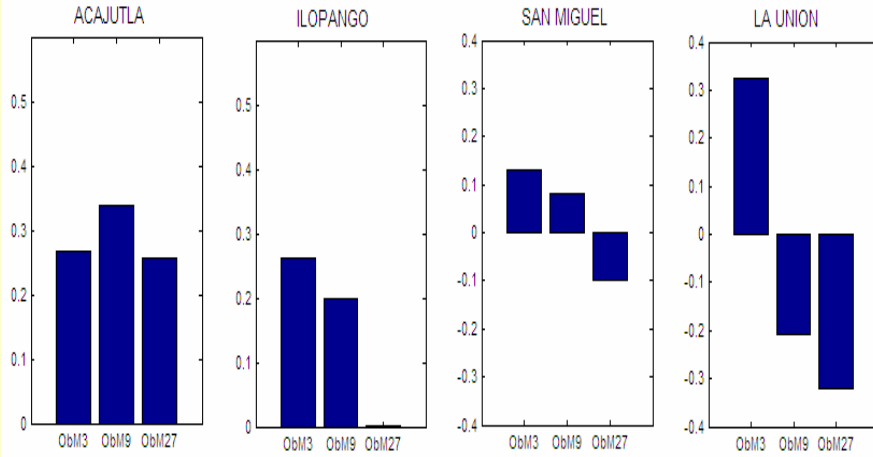
SAN MIGUEL



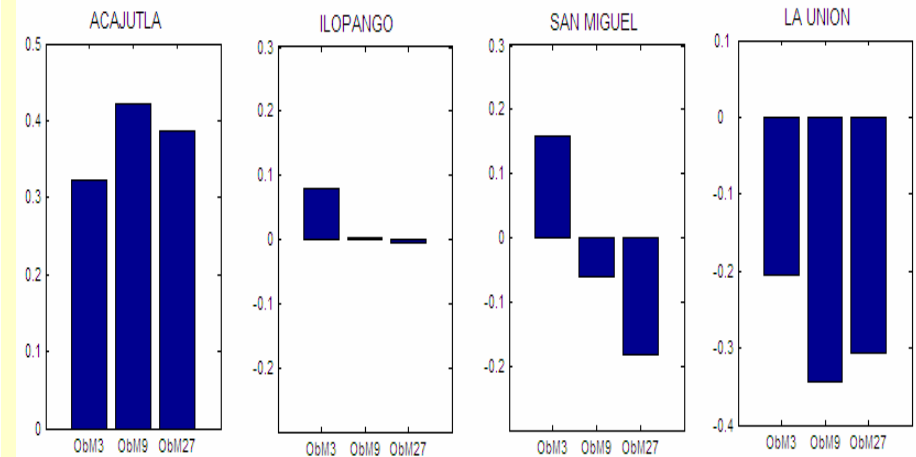


Vientos: Coeficientes de Correlación

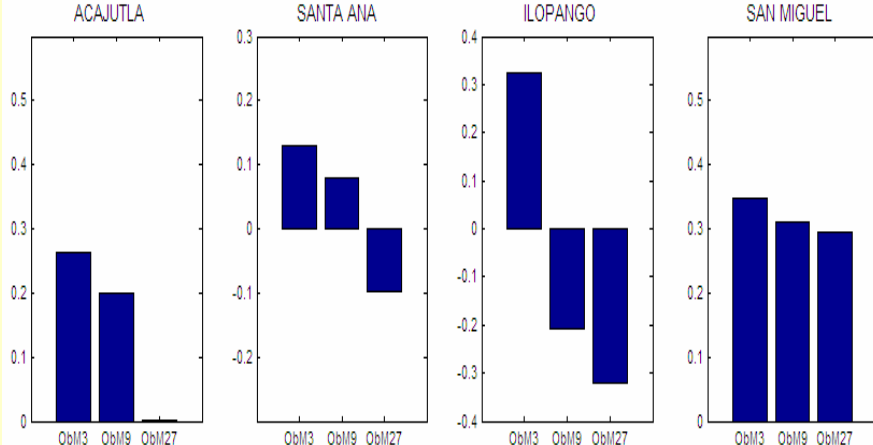
Experiment 1: May-04, WndSpd. (Cor.Coeff)



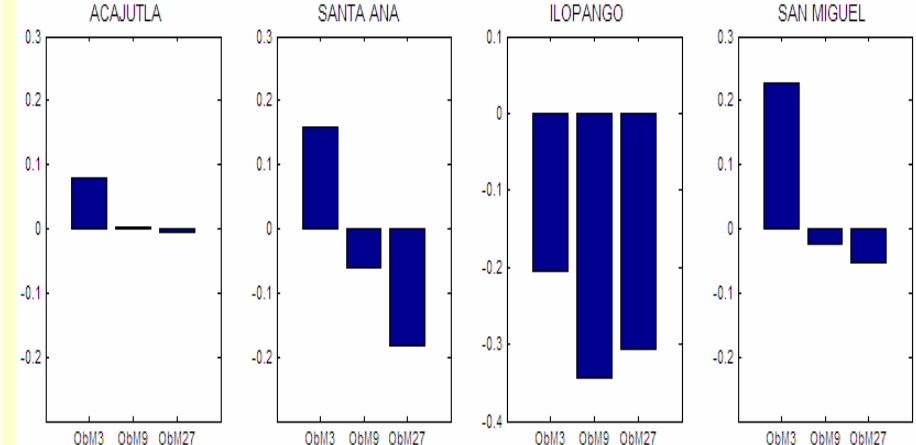
Experiment 2: May-04, WndSpd. (Cor.Coeff)



Experiment 1: Sep-04, WndSpd. (Cor.Coeff)



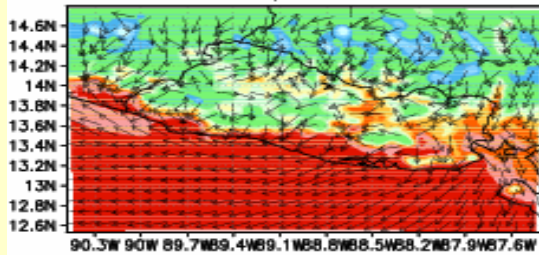
Experiment 2: Sep-04, WndSpd. (Cor.Coeff)



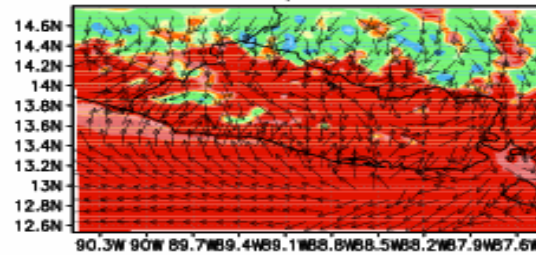
Procesos costeros: brisa de mar y brisa de tierra

Central America: 3 km ; Sep-2004
MM5 Wind (m/s)

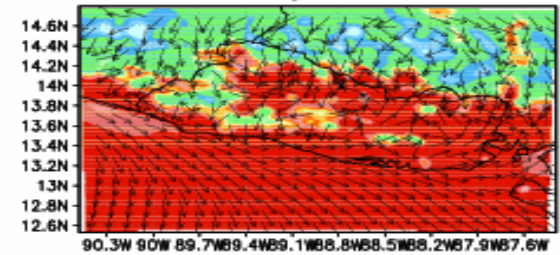
2-Sep : 03:00



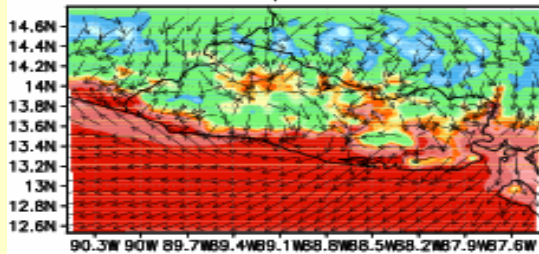
2-Sep : 15:00



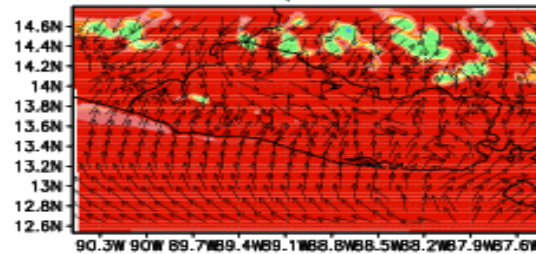
3-Sep : 03:00



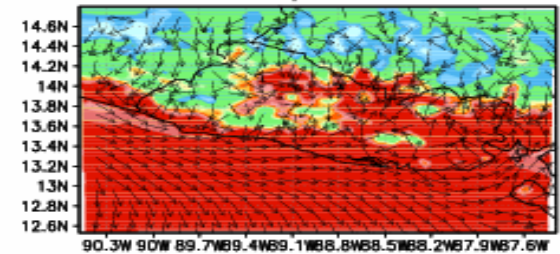
2-Sep : 06:00



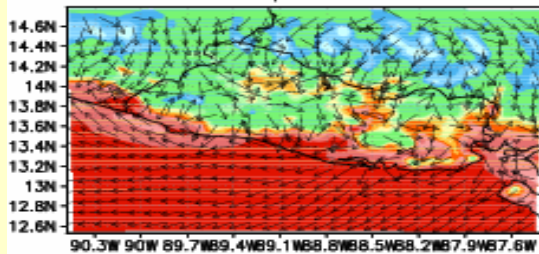
2-Sep : 18:00



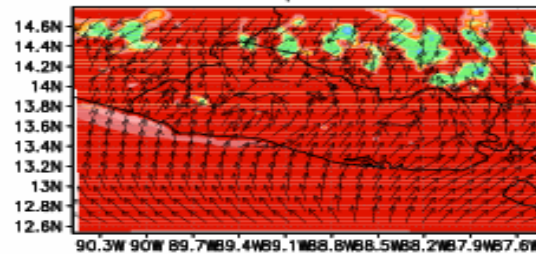
3-Sep : 06:00



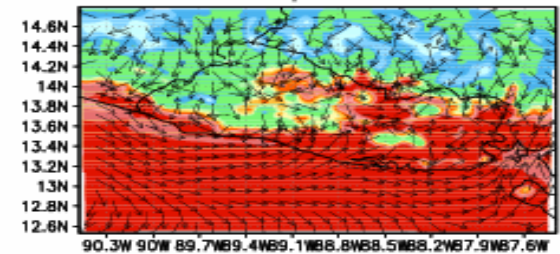
2-Sep : 09:00

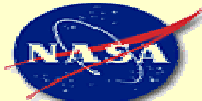


2-Sep : 21:00



3-Sep : 09:00





Conclusión

- En general el modelo presenta una mejoría en la representación del clima regional (temperatura, vientos, precipitación) bajo las dos nuevas configuraciones.
- La precipitación continua siendo compleja en su descripción por parte del modelo, aunque bajo la configuración del experimento 2, los promedios en el periodo estudiado resultan en mejor acuerdo.
- Según las comparaciones (MM5 :: Observaciones) realizadas en los tres experimentos (incluyendo el experimento básico) la configuración que emplea IMPHYS=6, e ICUPA=6 refleja un mejor rendimiento en la descripción del clima al Norte de América central, de donde proviene la mayor parte de las medidas de este evaluación.
- Un mayor número de observaciones (estaciones en tierra, perfiles atmosféricos, datos satelitales) en Centro América permitirá un afinamiento en las opciones físicas de MM5 que permitan una mejor representación del clima regional.
- Claramente, la resolución escogida y las categorías de uso de tierra vecinas a cada estación meteorológica tienen un efecto directo en el rendimiento del modelo. La resolución determina las categorías vecinas y los parámetros (albedo, humedad disponible del suelo, emisividad, rugosidad e inercia térmica) empleados por MM5 en el calculo del intercambio de calor y vapor en la superficie y en consecuencia controla el transporte hacia la atmósfera.