

---

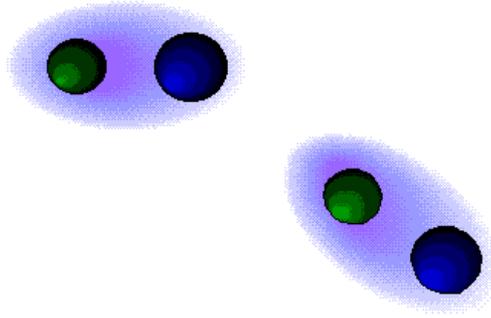
## 5.- FUERZAS INTERMOLECULARES

---

# Fuerzas de Van der Waals

# Puentes de hidrógeno

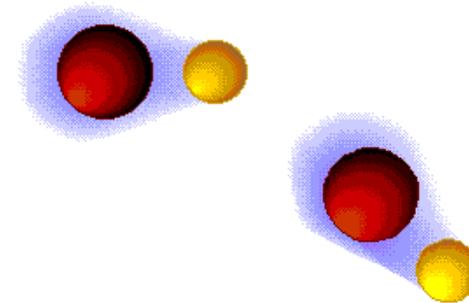
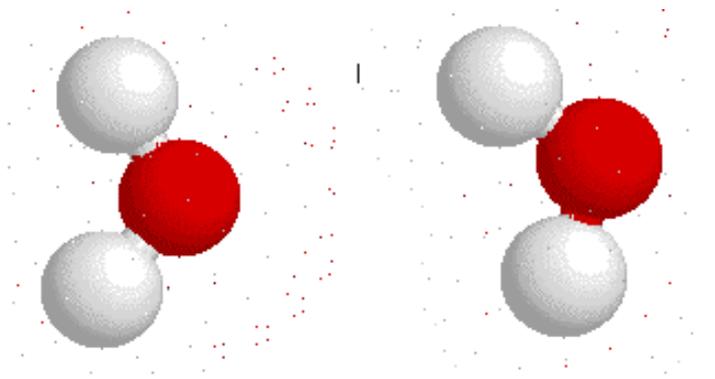
Dipolo-Dipolo permanente



Dipolo-Dipolo inducido



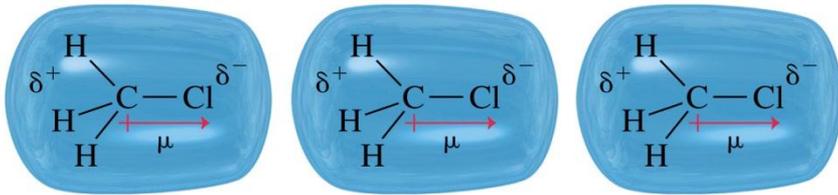
Fuerzas de dispersión de London



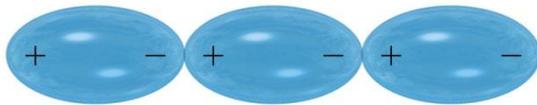
## 5.1. Fuerzas entre dipolos (Van der Waals)

**a) Interacciones moleculares entre moléculas polares.**

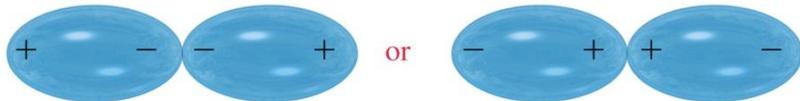
*attraction (common)*



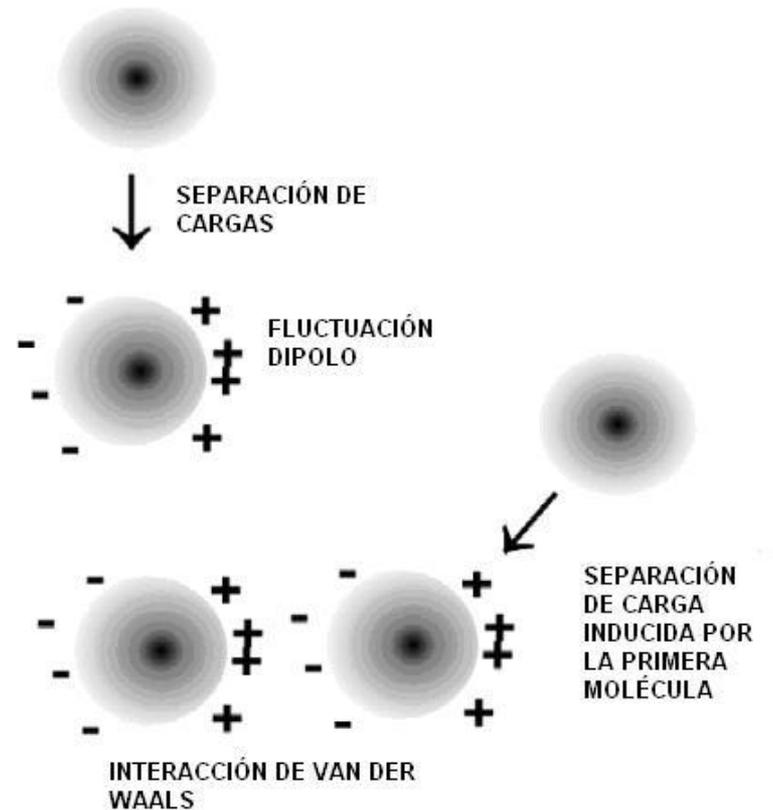
*symbolized by*



*repulsion (uncommon)*

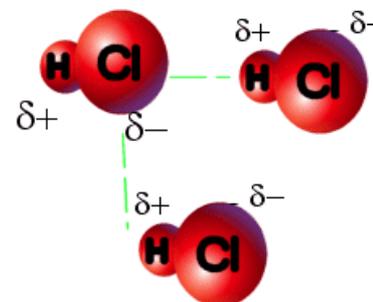


**b) Interacciones moleculares entre moléculas apolares: fuerzas de dispersión de London.**

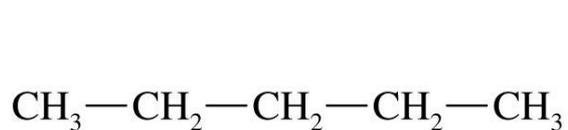


La intensidad de las fuerzas intermoleculares (F. de Van der Waals) viene determinada por:

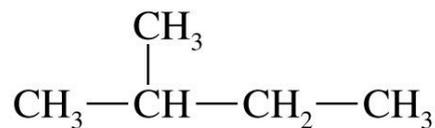
- Tamaño de las moléculas
- Forma de las moléculas
- Polaridad de las moléculas



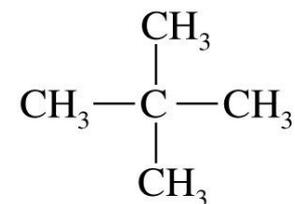
¿Por qué hay diferencia en los puntos de ebullición?



*n*-pentane, bp = 36°C



isopentane, bp = 28°C



neopentane, bp = 10°C

# Efecto de las Fuerzas intermoleculares sobre el Punto de ebullición

## PUNTO DE EBULLICIÓN (°C) DE ALGUNOS ELEMENTOS Y COMPUESTOS

### Aumento Tamaño

Atómico	Ar (40) -186	Kr (83) -153	Xe (131) -109	
Molecular	CH <sub>4</sub> (16) -161	(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> C (72) 9.5	(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Si (88) 27	CCl <sub>4</sub> (154) 77

### Forma Molecular

Esférica	(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> C (72) 9.5	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CCl <sub>2</sub> (113) 69	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CC(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (114) 106
Lineal:	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> (72) 36	Cl(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> Cl (113) 121	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub> (114) 126

### Polaridad Molecular

No polar:	H <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub> (28) -104	F <sub>2</sub> (38) -188	CH <sub>3</sub> C≡CCH <sub>3</sub> (54) -32	CF <sub>4</sub> (88) -130
Polar:	H <sub>2</sub> C=O (30) -21	CH <sub>3</sub> CH=O (44) 20	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N (59) 3.5	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=O (58) 56
	HC≡N (27) 26	CH <sub>3</sub> C≡N (41) 82	(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> O (58) 50	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> (61) 101

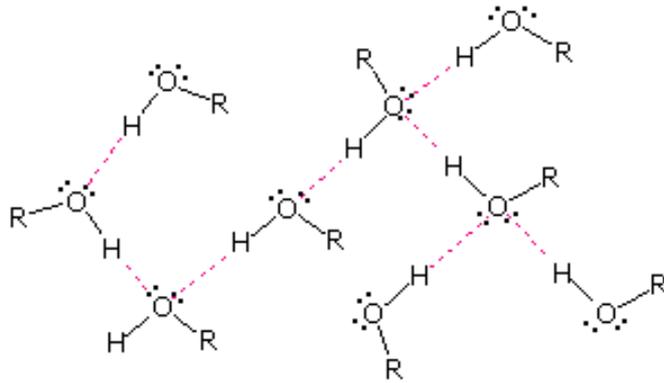
## Efecto de las Fuerzas intermoleculares sobre el Punto de fusión

El punto de fusión está afectado por la forma de las moléculas más que el punto de ebullición. Las que son esféricas se empaquetan mejor y las fuerzas intermoleculares actúan con más eficacia, siendo necesaria una mayor temperatura para conseguir el paso de sólido a líquido. Si las moléculas son lineales el empaquetamiento no es tan eficaz.

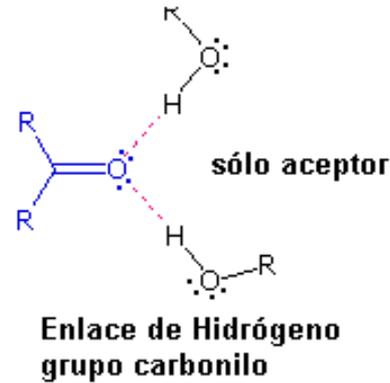
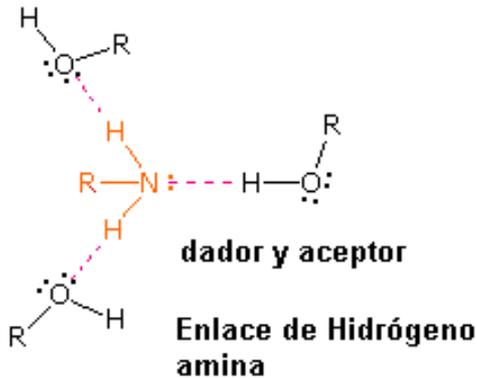
Compuesto	Formula	Punto de ebullición	Punto de fusión
Pentano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	36°C	-130°C
Hexano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	69°C	-95°C
Heptano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	98°C	-91°C
Octano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	126°C	-57°C
Nonano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	151°C	-54°C
Decano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	174°C	-30°C
Tetrametilbutano	$(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$	106°C	+100°C

!!!El tetrametilbutano, isómero del octano, con molécula esférica, tiene p.f muy alto, sólo 6°C por debajo del p.e.!!!





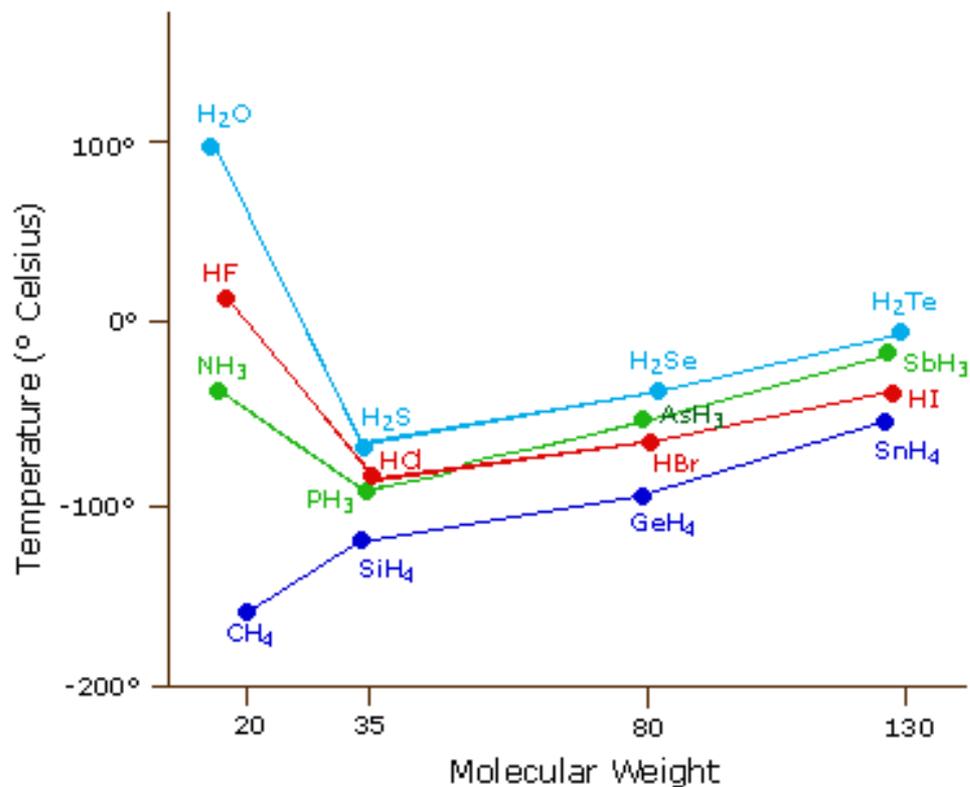
**Enlace de Hidrógeno en alcohol y agua (R=H)**



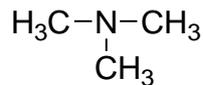
**El agua, los alcoholes y las aminas primarias y secundarias pueden actuar como donantes o aceptores de hidrógeno**

**Los éteres, aldehidos, cetonas y ésteres sólo pueden actuar como aceptores**

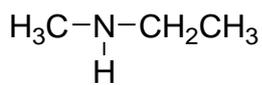
# Efecto de los puentes de hidrógeno sobre la temperatura de ebullición



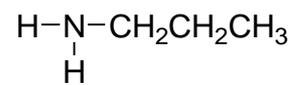
¿Por qué hay diferencia en los puntos de ebullición?



pe = 3.5 °C



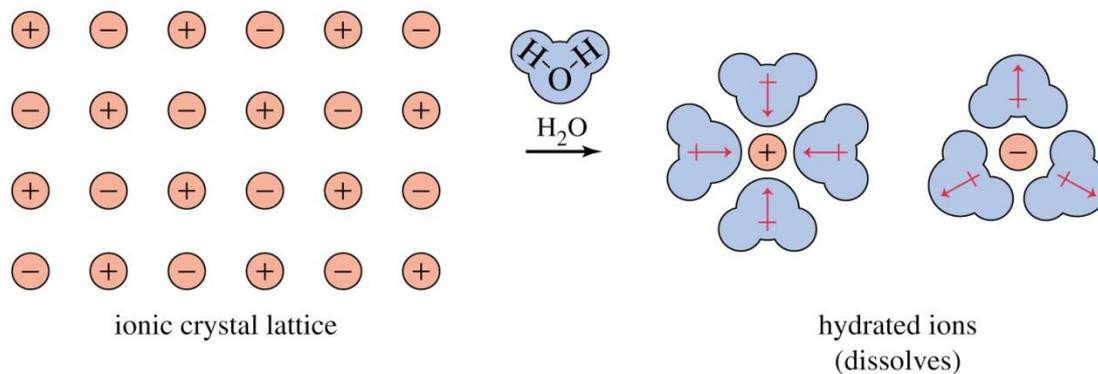
pe = 37 °C



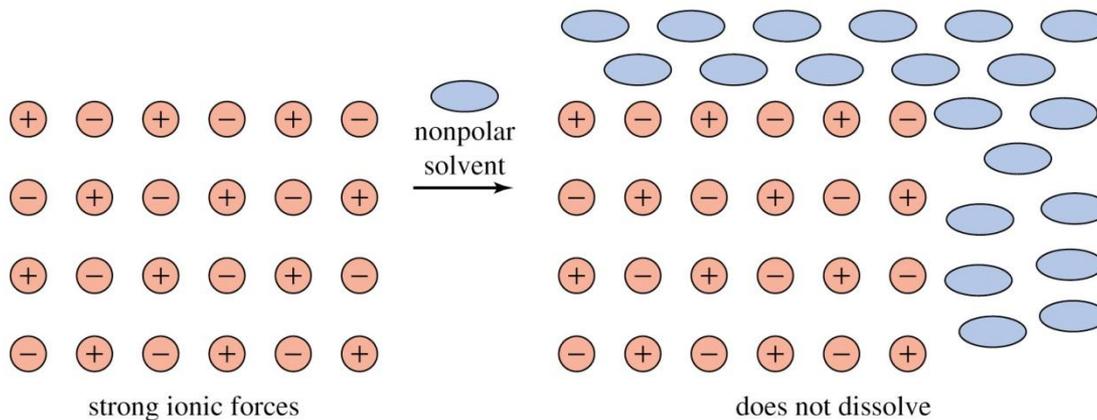
pe = 49 °C

## 5.3. Fuerzas intermoleculares y solubilidad

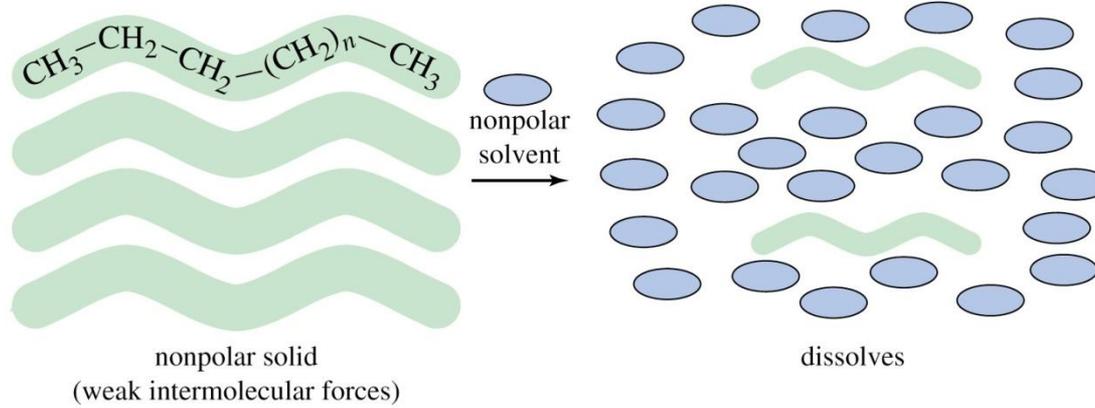
Soluto polar en disolvente polar



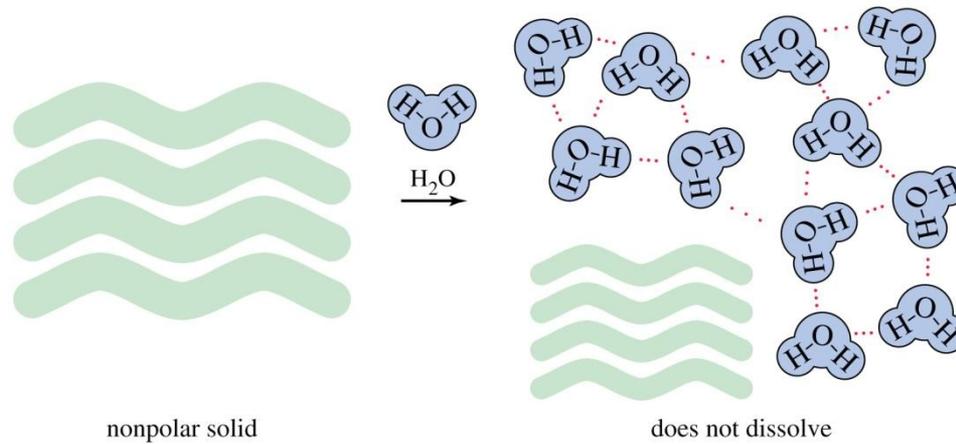
Soluto polar en disolvente no polar

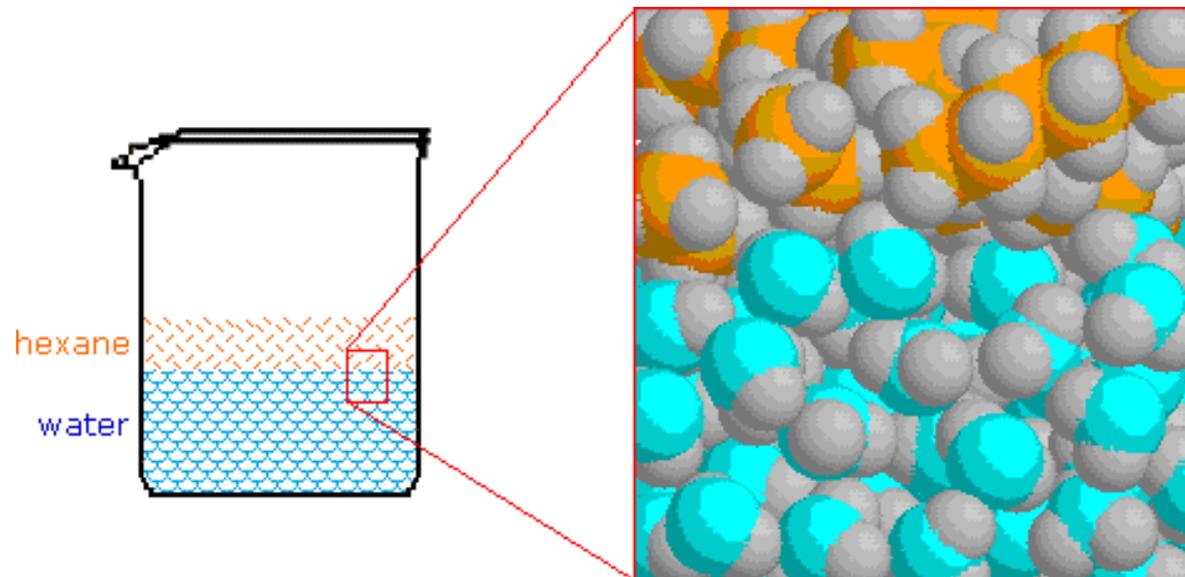


## Soluto no polar en disolvente apolar



## Soluto no polar en disolvente polar





## Solubilidad en agua de diferentes tipos de compuestos

Tipo compuesto	Compuesto específico	g/100mL	Moles/L	Compuesto específico	g/100mL	Moles/L
<b>Hidrocarburos &amp; Haluros alquilo</b>	butano	0.007	0.0012	benceno	0.07	0.009
	hexano	0.0009	0.0001	cloruro metileno	1.50	0.180
	ciclohexano	0.006	0.0007	chloroform	0.8	0.07
<b>Compuestos con un oxígeno</b>	1-butanol	9.0	1.2	etil éter	6.0	0.80
	<i>tert</i> -butanol	completa	completa	THF	completa	completa
	ciclohexanol	3.6	0.36	furano	1.0	0.15
	fenol	8.7	0.90	anisol	1.0	0.09
<b>Compuestos con dos oxígenos</b>	1,3-propanodiol	completa	completa	1,2-dimetoxietano	completa	completa
	2-butoxietanol	completa	completa	1,4-dioxano	completa	completa
	ácido butanoico	completa	completa	acetate etilo	8.0	0.91
	ácido benzoico	completa	completa	butirolactona	completa	completa
<b>Compuestos con nitrógeno</b>	1-aminobutano	completa	completa	triethylamina	5.5	0.54
	ciclohexilamina	completa	completa	piridina	completa	completa
	anilina	3.4	0.37	propionitrilo	10.3	2.0
	pirrolidina	completa	completa	1-nitropropano	1.5	0.17
	pirrol	6.0	0.9	DMF	completa	completa