

MOMENTO DE INUNDACIÓN PARA INIA TACUARÍ Y EL PASO 144#

Andrés Lavecchia

Julio Méndez

En la presente zafra se comenzaron los estudios de métodos de riego. El objetivo es determinar el momento óptimo de inundación que nos permita obtener el máximo rendimiento en grano. El ensayo fue realizado con dos cultivares: INIA Tacuarí y El Paso 144.

Con el cultivar El Paso 144 se estudió además el efecto de una aplicación estratégica de nitrógeno para recuperar al cultivo; la idea es evaluar si el estrés fisiológico que se produce en la planta ocasionado por el retraso en el comienzo de la inundación se recupera con la aplicación de nitrógeno. El ensayo fue instalado en la Unidad Experimental de Yacaré (Artigas), ubicada en el predio de la firma Píriz Araújo.

Materiales y métodos

Se realizó un análisis estadístico individual para cada cultivar. Se utilizó un diseño de bloques al azar, dispuestos en parcelas divididas con tres repeticiones.

Parcela mayor: Variedades: El Paso 144, INIA Tacuarí.
 Subparcela: Tratamientos de Momentos de inundación (ver Cuadro 1).
 Tamaño de subparcela: (10x10) m²

Cuadro 1. Tratamientos - Momento de Inundación para INIA Tacuarí.

Tratamiento	Momento de Inundación
1	30 DDE
2	45 DDE
3	60 DDE
4	30 a 45/60 DDE

Tratamientos - Momentos de Inundación y aplicación de Nitrógeno para El Paso 144

Tratamiento	Momento de Inundación	Aplicación de Nitrógeno
1	30 DDE	Sin Nitrógeno
2	45 DDE	"
3	60 DDE	"
4	30 a 45/60 DDE	"
5	30 DDE - N	Con 30 unidades de N
6	45 DDE - N	"
7	60 DDE - N	"
8	30 a 45/60 DDE - N	"

DDE = Días Después de la Emergencia

Se fertilizó con fósforo a razón de 60 kg/ha de P₂O₅ a la siembra para los dos cultivares. Para INIA Tacuarí se fertilizó además con 20 unidades de nitrógeno a la siembra y 60 unidades fraccionadas en 30 unidades al macollaje y 30 unidades al primordio.

La fertilización nitrogenada para el cultivar El Paso 144 se describió anteriormente. El momento de aplicación fue a los 60 días después de la emergencia, previo a la entrada del agua en el tratamiento de 60 DDE, con el fin de ayudar a levantar el estrés producido por la falta de agua.

La siembra se realizó con una sembradora de Siembra Directa con una distancia entre discos de 17 cm.

Se llevaron a cabo estudios sobre rendimiento en grano (kg/ha), componentes del rendimiento (espigas por m², granos por espiga, peso de 1.000 granos), evolución de la materia seca e índice de cosecha.

Análisis de suelo: Yacaré - Artigas
Campo Natural

PH (H ₂ O)	M.O. %	P (Bray 1) ppm	K	Na
			meq/100g	
5.7	5.34	3.7	0.41	0.36

Fecha de siembra: Yacaré: 28/10/98, emergencia 10/11/98

Ver en el anexo las precipitaciones ocurridas entre la fecha de siembra y los 60 días después de la emergencia.

Resultados y discusión

Se realizaron análisis estadísticos para cada cultivar, obteniéndose los siguientes resultados:

Efecto de los Momentos de Inundación y aplicaciones de Nitrógeno sobre el rendimiento en grano y los componentes del rendimiento.

El Paso 144

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis estadístico para el estudio del rendimiento y sus componentes para el cultivar El Paso 144.

En la Gráfica 1 se presentan los datos de rendimiento en Kg/ha para cada uno de los ocho tratamientos.

Vemos en el Cuadro 2 que los tratamientos de inundación temprana 30 DDE con y sin nitrógeno fueron los que presentaron rendimientos estadísticamente superiores. Los otros momentos de inundación no tuvieron diferencias significativas entre sí. De los componentes del rendimiento el número de espigas por metro cuadrado fue el que presentó diferencias significativas.

Cuadro 2. Resultado del análisis individual para el cultivar El Paso 144. Coeficiente de Variación (C.V.) y grado de significación para los tratamientos (Pr>F). Datos promedios de rendimiento en grano, espigas por m², granos llenos por espiga y peso de mil granos. Comparación entre Momento de Inundación y aplicación de Nitrógeno y prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS).

	Rendimiento (kg/ha)	N ^{ro.} de espigas/m ²	N ^{ro.} de granos llenos/esp.	Peso de 1000 granos (gr)
Media del ensayo	9725	6.16	74.9	
C.V. (%)	3.97	5.38	11.9	4.1
Pr >F	0.01	0.01	0.79	0.17
Correlaciones r		0.42	0.02	0.13
Pr		0.036	0.90	0.54
Contrastes				
Sin N vs Con N	0.38	0.01	0.78	0.23
30DDE vs 45DDE	0.01	0.37	0.90	0.37
30DDE vs 60DDE	0.01	0.45	0.48	0.07
30DDE vs 30-45DDE	0.01	0.62	0,32	0.01
30DDE vs 30DDE-N	0.64	0.01	0.99	0.10
30DDE vs 45DDE-N	0.01	0.28	0.34	0.11
30DDE vs 6DDDE-N	0.01	0.08	0.80	0.04
30DDE vs 30-45DDE-N	0.01	0.01	0.75	0.02

Prueba de M.D.S.	Rendimiento (kg/ha)	N ^{ro.} de espigas/m ²	N ^{ro.} de granos	Peso de 1000 granos (gr)
M.D.S.	677	58	15	1.94
30 DDE c/N	10.688 a	712 a	78 a	27.12 ab
30 DDE	10.540 a	584 cd	78 a	25.56 b
30-45/60	9.673 b	598 cd	70 a	28.21 a
30-45/60 c/N	9.673 b	661 ab	75 a	27.94 a
45 DDE C/N	9.585 b	614 bcd	70 a	27.08 ab
60 DDE c/N	9.237 b	636 bc	79 a	27.58 a
45 DDE	9.213 b	559 d	78 a	26.39 ab
60 DDE	9.192 b	563 d	72 a	27.28 ab

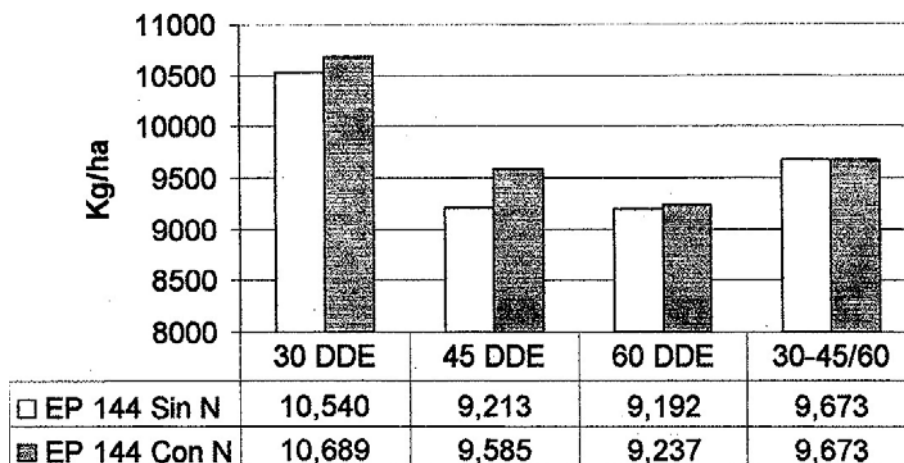
El retraso de 15 días en el momento del comienzo de la inundación produjo una disminución en el rendimiento de casi 1300 kg/ha, si bien la aplicación de 30 unidades de nitrógeno recuperó en algo el estrés, se mantuvo una diferencia significativa (1100 kg/ha).

Cuando se inundó de los 30 a los 45 DDE y luego se dejó secar el suelo durante 15 días inundándose nuevamente a los 60 DDE, los rendimientos obtenidos se diferenciaron significativamente con los tratamientos de inundación temprana (30 DDE con y sin N), siendo esta diferencia de 1000 kg/ha.

El atraso de 30 días en el comienzo del riego redujo los rendimientos en aproximadamente 1400 Kg/ha.

En resumen, la inundación temprana con o sin nitrógeno supera en casi 20 bolsas a los tratamientos de inundación tardía.

Momentos de Inundación - El Paso 144



Gráfica 1. Rendimientos de kg/ha del cultivar El Paso 144 y Momentos de Inundación.

Rendimiento de El Paso 144 Sin N vs Índice de Cosecha

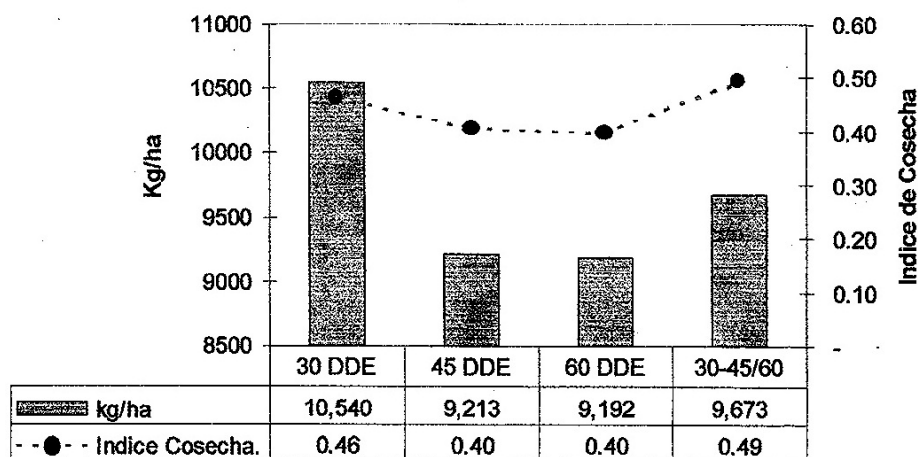


Gráfico 2. Rendimiento del cultivar El Paso 144 vs Índice de Cosecha.

Por otro lado, se confirma el resultado de la falta de respuesta a la aplicación de nitrógeno. Como vemos no hay diferencia significativa entre los tratamientos con y sin aplicación de 30 unidades de nitrógeno.

En este caso el momento de comienzo de la inundación fue el factor de manejo principal para el logro de un alto rendimiento.

Debemos tener presente que el costo de la aplicación de nitrógeno como urea en cobertura, significa un gasto de por lo menos dos bolsas, una por el costo de la aplicación y otra para la compra del producto.

En la Gráfica 2 vemos que los índices de cosecha de los tratamientos 45 y 60 DDE fueron menores a los de 30 y 30-45/60 DDE, en el caso de los tratamientos sin nitrógeno. Esto indica que los tratamientos de inundación tardía produjeron materia seca que no fue utilizada para el llenado del grano.

Rendimiento de El Paso 144 Con N vs Índice de Cosecha

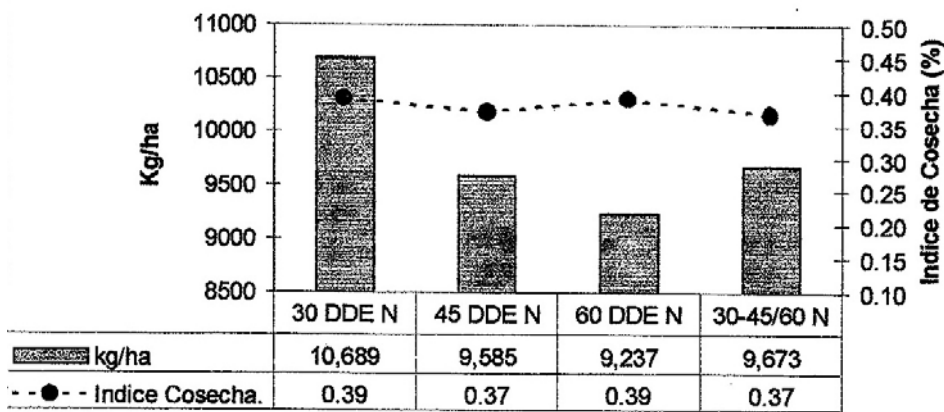
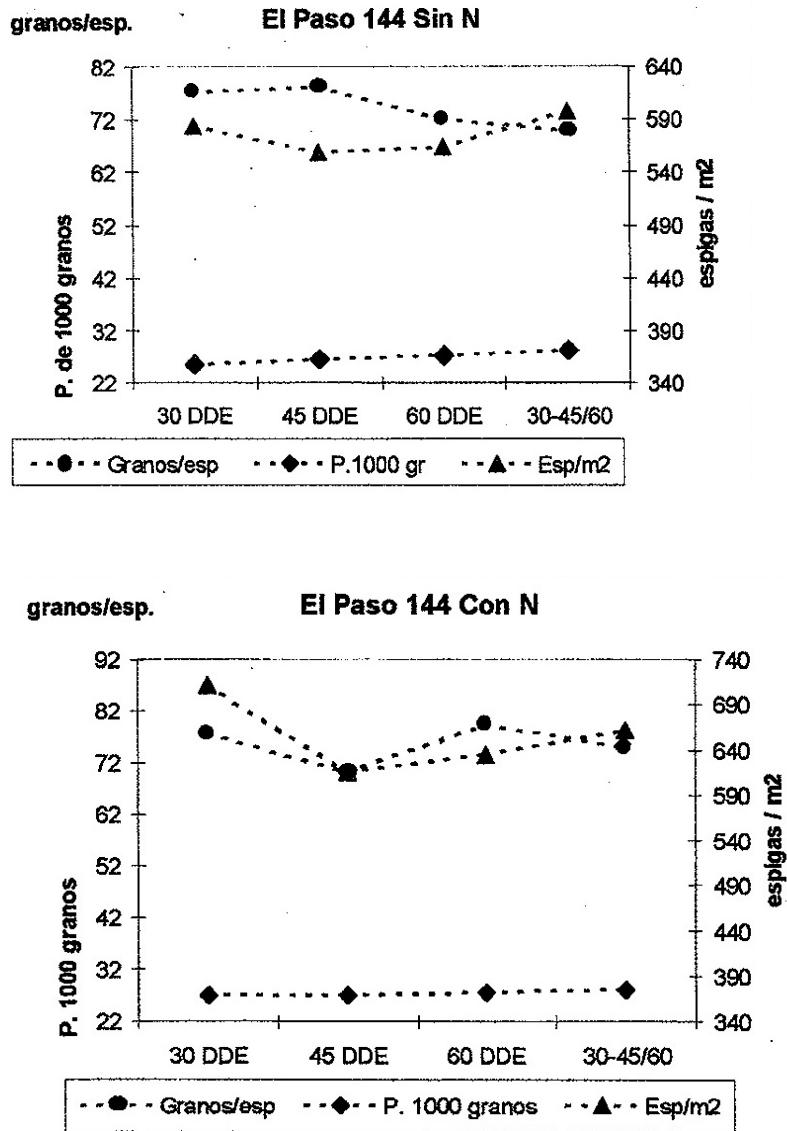


Gráfico 3. Rendimiento del cultivar El Paso 144 con una aplicación de 30 unidades de nitrógeno e Índice de Cosecha.

En el Gráfico 3 vemos que los Índice de cosecha de los cuatro tratamientos con aplicación de nitrógeno, son similares, variando entre 37 y 39%. Si los comparamos con los índices de cosecha de los tratamientos sin nitrógeno que varían entre 40 y 49%, podríamos concluir que el efecto de la aplicación de nitrógeno puede haber sido uno de los factores importantes en el aumento de la materia seca. Es importante resaltar que este aumento en el volumen de materia seca no se tradujo en aumento del rendimiento en los casos de los tratamientos de comienzo del riego tardío.

En el caso del tratamiento de riego a los 30 DDE con nitrógeno comparado con el de sin nitrógeno, la aplicación este elemento fue totalmente ineficiente, ya que aumentó el volumen de tallos y hojas pero este aumento de la biomasa no se tradujo en un mayor aumento del rendimiento. La posible explicación a la correlación negativa entre rendimiento y acumulación de materia seca, es que el estrés que produjo la falta de agua induce a la planta a emitir un mayor sistema radicular en busca de agua y cuando el estrés es superado por la entrada del agua, la planta tiene capacidad de desarrollar un gran volumen de follaje.

Se produce de esta manera un desbalance entre la fotosíntesis y respiración, lo que ocasiona por lo tanto un uso ineficiente de la energía captada, lo que se traduce en un menor rendimiento.



Gráfica 4. Granos por espigas, peso de 1000 granos y espigas por metro cuadrado para el cultivar El Paso 144 con y sin nitrógeno, para los cuatro momentos de inundación.

En el Cuadro 2 vimos que de los tres componentes del rendimiento estudiados, el único que presentaba diferencias significativas era el número de espigas por metro cuadrado, presentando un buen coeficiente de correlación ($r = 0.42$ y $Pr > 0.036$). En el Gráfico 4 observamos que este factor es el que explica mejor los rendimientos obtenidos.

INIA Tacuarí

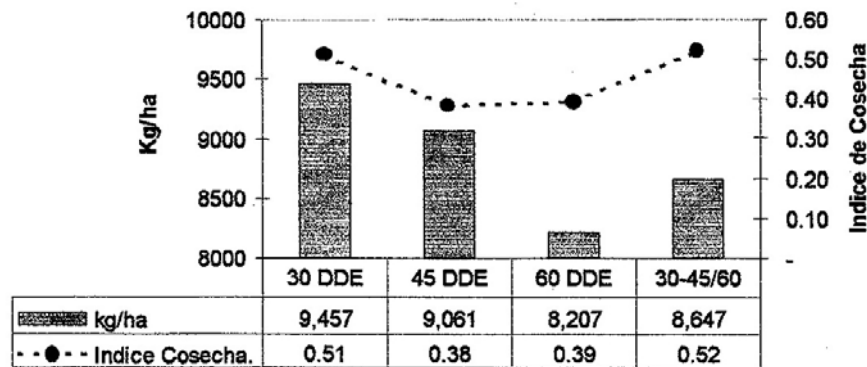
Cuadro 3. Resultado del análisis individual para el cultivar INIA Tacuarí. Coeficiente de Variación (C.V.) y grado de significación para los tratamientos ($Pr > F$). Datos promedios de rendimiento en granos, espigas por m^2 , granos llenos por espiga y peso de mil granos. Comparación entre Momento de Inundación y prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS).

	Rendimiento (kg/ha)	Número de espigas/m^2	N^o. de granos llenos/esp.	Peso de 1000 granos (gr)
Medía del ensayo	8.842	591	117	21.42
C.V. (%)	3.22	8.3	9.9	3.3
$Pr > F$	0.01	0.08	0.01	0.71
Correlaciones r		0.17	0.06	0.42
Pr		0.57	0.83	0.15
Contrastes				
30DDE vs 45DDE	0.14	0.52	0.01	0.46
30DDE vs 60DDE	0.01	0.04	0.47	0.44
30DDE vs 30-45DDE	0.01	0.01	0.01	0.22
Prueba de M.D.S.				
M.D.S.	568	85	20	1.24
30 DDE	9.457 a	637 ab	111 cd	21.49 a
45 DDE	9.061 ab	618 ab	132 ab	21.29 a
30-45/60	8.645 bc	556 bc	121 abc	21.11 a
60 DDE	8.207 c	529 c	139 a	21.74 a

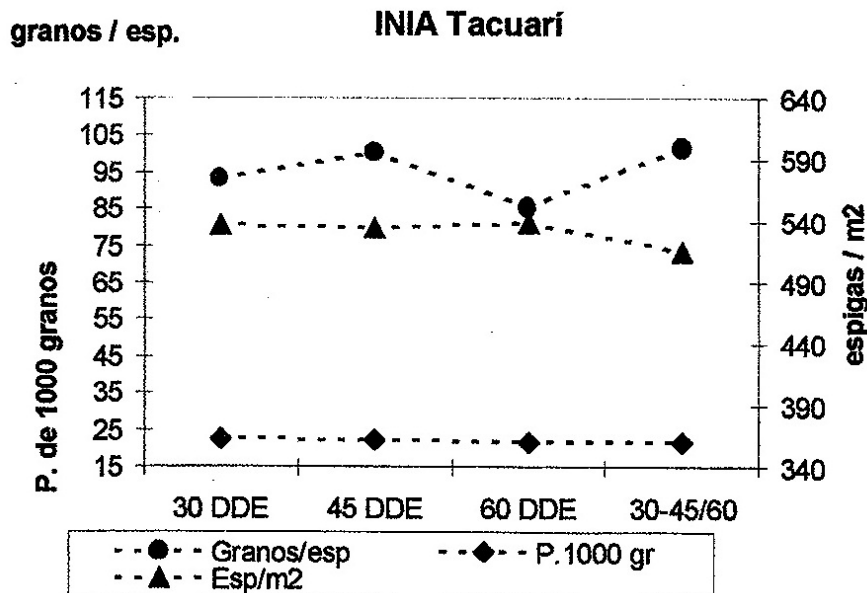
Para el cultivar INIA Tacuarí también se encontraron diferencias significativas al 1% entre los tratamientos de momento de inundación. Si bien se dio una diferencia de casi 400 kg/ha entre los tratamientos de 30 y 45 DDE, ésta no fue significativa. En este caso el estrés causado por la intermitencia del riego-drenaje-riego (inundación desde los 30 a los 45 DDE, luego 15 días sin riego para inundar de forma definitiva a los 60 DDE) fue más severa para este cultivar que para El Paso 144, obteniendo este tratamiento un rendimiento menor que el obtenido por el tratamiento de comienzo del riego a los 45 DDE.

En la Gráfica 5 vemos los índices de cosecha de los 4 tratamientos, observándose que el mayor índice se da con el riego temprano, luego desciende en la medida que se aumenta el estrés por el atraso en el momento de inundación.

La Gráfica 5 presenta los componentes del rendimiento para cada tratamiento. Se observó en el Cuadro 3 que el factor que mostraba diferencia significativa era el número de granos por espigas. Se puede observar que si bien los otros dos componentes estudiados no varían en forma significativa, la compensación de uno con otro explica en parte el rendimiento obtenido en cada tratamiento.

Rendimiento de INIA Tacuarí vs Índice de Cosecha


Gráfica 5. Rendimiento del cultivar INIA Tacuarí e Índice de Cosecha.



Gráfica 6. Componentes del rendimiento, granos por espiga, peso de 1000 granos y espigas por metro cuadrado para el cultivar INIA Tacuarí.

En resumen, para el cultivar INIA Tacuarí, el atraso en el momento de inundación de 15 días significó una pérdida de 400 kg/ha (8 bolsas), el atraso de 30 días (60 DDE) una pérdida de 1250 kg/ha (25 bolsas) y la inundación temprana 30 DDE hasta los 45, luego 15 días sin riego hasta los 60 DDE, registró una pérdida de 810 kg/ha (16 bolsas).

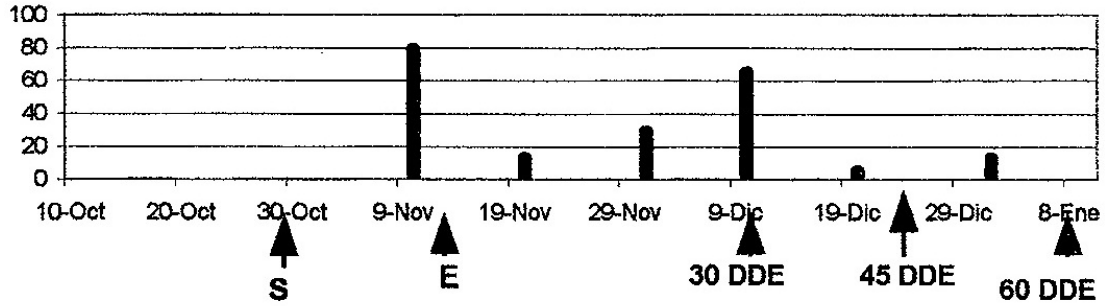
Queda demostrada la importancia de comenzar la inundación temprana con permanencia de la misma hasta el retiro del agua para comienzo de la cosecha.

Si el manejo del comienzo del riego lo medimos en unidades económicas, comparando la inundación temprana 30 DDE, con la inundación a los 45 DDE, tenemos una ganancia de por lo menos 8 bolsas que nos permite pagar la renta de la tierra. Si comparamos la inundación a los 30 DDE con la inundación tardía (60 DDE), en este caso tenemos un ahorro de 25 bolsas, que nos daría para pagar la renta por agua quedando un excedente.

Anexo I

Precipitaciones Artigas 10 Oct al 10 En

m m



S = Siembra, E = Emergencia, DDE = Días después de emergencia

Figura 7. Precipitaciones ocurridas en el período comprendido entre la siembra y el comienzo de la inundación en el tratamiento de momento más tardío (60 DDE).