



**ANEXO C**  
**INFORME DE RESULTADOS**  
**PLAN DE TRANSFERENCIA TECNOLÓXICA 2010**

**Nº DE PROTOCOLO:** 10/36

**1.- TÍTULO DA ACTIVIDADE:**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ EN UN SISTEMA DE TRANSICIÓN HACIA CULTIVO ECOLÓXICO. ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE.

**2.- UNIDADE ADMINISTRATIVA ORGANIZADORA:**

(centro de investigación/CFEA/OAC...)

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL). Apartado 10. 15080 A Coruña

**3.- LOCALIZACIÓN DA ACTIVIDADE:**

Enderezo: Cra Betanzos-Mesón do Vento, km 8

Concello: Abegondo

Provincia: A Coruña

Tfno.: 981 64 79 02

**4.- RESPONSABLE:**

Juan Castro Insúa

**5.- DATOS DO COLABORADOR:**

Nome e apelidos:

Tfno.:

Enderezo:

Concello:

Provincia:

NIF:

**6.- INTRODUCCIÓN:**

Las explotaciones de vacuno de leche de Galicia tienden a intensificar su producción a fin de ser más competitivas en el mercado. Esta intensificación conlleva dos grandes problemas: los costes económicos por la compra de forrajes o piensos concentrados y los problemas ambientales por la acumulación de grandes cantidades de purín y estiércol. Estos problemas pueden evitarse en gran parte con la producción del forraje en la propia explotación, siendo el maíz forrajero un cultivo altamente productivo y energético, y usando el purín como abono orgánico que además de evitar el problema ambiental conlleva un gran ahorro en fertilizantes minerales. Si a esto añadimos la producción dentro de un sistema ecológico conseguimos un producto con mayor valor añadido y, por lo tanto, mayor precio en el mercado.



Por otra parte la producción de maíz ecológico en Galicia implica el desarrollo y la mejora de poblaciones con capacidad para producir un rendimiento aceptable y una buena calidad en base a una fertilización orgánica, la supresión de herbicidas y de insecticidas. Es decir, se necesita identificar y mejorar genotipos con buen rendimiento y calidad forrajera y que además presenten un buen comportamiento en condiciones de cultivo ecológico.

Partiendo de estas premisas en el año 2009 se evaluaron variedades locales y material más avanzado de mejora a fin de encontrar genotipos competitivos en un manejo de transición hacia un cultivo ecológico utilizando los propios recursos generados en la explotación, los purines. En el año 2010 se han evaluado 29 variedades locales adicionales con el fin de llevar a cabo los siguientes objetivos: (1) realizar una evaluación agronómica y de producción en un sistema de transición hacia cultivo ecológico y en un sistema convencional (2) Determinar si los mejores genotipos en laboreo convencional los son también en condiciones de cultivo ecológico, (3) Estudiar los distintos tipos de interacción: ambiente x genotipo, SP x genotipo y ambiente x SP.

## **7.- MATERIAL E MÉTODOS:**

Los ensayos se realizaron en una finca de Mabegondo (A Coruña) en los años 2009 y 2010. El diseño experimental fue un Split-plot con tres repeticiones donde las parcelas principales representaron el sistema de producción: laboreo convencional fertilizado con abono mineral (LC), manejo ecológico fertilizado con purín de vacuno (LE-PV) y con purín de cerdo (LE-PC) y las subparcelas los genotipos de maíz. En el año 2009 se evaluaron 16 genotipos y en el año 2010 32 genotipos de maíz, ocho de ellos pertenecientes a la colección nuclear de variedades de maíz de la Unión Europea, EUMLCC. Los híbridos testigos y siete de los genotipos evaluados fueron comunes en ambos años.

La siembra se realizó con una sembradora de precisión con una densidad final de 9 pl/m<sup>2</sup>. La preparación del terreno y el control de malas hierbas fue el mismo que el realizado en el año precedente. En la fase vegetativa se tomaron datos de vigor tardío (VTA) en una escala de 1(peor) a 5(mejor), floración femenina y masculina en días transcurridos desde la siembra hasta la floración (FFEM y FMAS). En la cosecha se tomaron los datos de producción de materia seca (PMS, t/ha). El contenido de materia seca (MS) se determinó por desecación en estufa de aire forzado a 80°C durante 16h en una muestra de 300g. Actualmente se están analizando mediante espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) el valor nutritivo de los genotipos en los diferentes sistemas de producción.

En el análisis estadístico se realizó un análisis combinado para los dos años, los diez genotipos comunes y los tres SP utilizando el programa PROC GLM del programa SAS 9.2 (SAS, 2008). Los años, los genotipos y las repeticiones fueron considerados efectos aleatorios mientras que los SP fueron evaluados como efecto fijo. La separación de medias para los SP se realizó mediante el test LSD cuando se obtenía un test F significativo ( $p < 0,5$ ) en el ANOVA.

## **8.- ANÁLISE DE RESULTADOS:**

En el análisis estadístico (Tabla 3), encontramos diferencias significativas entre los SP en el vigor tardío y materia seca y no en las floraciones ni en la producción de materia seca (PMS). La mayor producción se alcanza con LC (10,09 t/ha), seguido de LE-PV, con 8,83 t/ha y por último LE-PC con 8,73 t/ha, aunque las diferencias entre SP no fueron significativas, lo que confirma que el descenso en la producción en las parcelas fertilizadas con purín frente a las de abonado químico, se atenúa en función de los años que se lleve aplicando regularmente el abono orgánico.



**Tabla 3: Caracteres agronómicos y de producción en tres sistemas de producción.**

	2009 (32 genotipos)				2009-2010 (10 genotipos)			
	LC	LE-PC	LE-PV	LSD(5%)	LC	LE-PC	LE-PV	LSD(5%)
VTA	3,07a	3,22b	3,75a	0,42	3,43	3,58	3,73	0,77
FFEM	74,41	74,75	72,99	2,22	77,30	77,23	77,22	4,42
FMAS	71,55	71,41	70,21	2,10	76,23	75,56	75,98	5,02
MS	26,20b	31,48a	31,21a	1,71	31,10	34,99	32,33	10,78
PMS	10,09	8,73	8,83	1,86	12,94	10,72	11,48	2,42

VTA: vigor tardío (escala 1 a 5); FFEM, FMAS: floración femenina y masculina(días); MS: materia seca(%); PMS: producción de materia seca (t/ha). LC: sistema de producción convencional; LE-PC y LE-PV: sistema de producción hacia cultivo ecológico fertilizado con purín de cerdo y vacuno respectivamente. LSD: mínimas diferencias significativas. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas.

En la Tabla 4 se presentan los datos de PMS en cada SP siendo el testigo “Nkthermo” el que obtuvo mejores producciones en los tres SP. En LE-PV “Nkthermo” con 14,3 t/ha y “Berastegui” con 12,9 t/ha no fueron significativamente diferentes y en LE-PC tampoco las diferencias fueron significativas entre “Nkthermo” (12,9 t/ha) y las VL “Guernika”, “Berastegui” y “Azpeitia”, todas ellas con producciones superiores a las 11,5 t/ha. En los tres SP han destacado por sus altas PMS las VL “Berastegui”, “Guernika”, “Azpeitia” y “Mondariz”.

**Tabla 4: Producción de materia seca (t/ha) de 32 genotipos de maíz bajo tres sistemas de producción. Año 2010.**

Genotipos	LC	LE-PV	LE-PC	Genotipos	LC	LE-PV	LE-PC
Aranga	11,14	10,66	9,67	Amurrio	9,75	10,55	10,36
Boimorto	7,29	6,48	6,90	Llodio	9,98	8,31	7,42
Berastegui	12,55	12,88	11,37	Ataun	11,44	9,82	9,38
Camariñas	7,98	7,08	7,14	Fika	9,19	9,62	8,50
Negreira	9,28	9,32	9,66	<b>Anjou 290</b>	12,11	9,51	11,52
San Sadurniño	10,16	8,27	8,85	Azpeitia	12,42	10,65	11,02
<b>Nkthermo</b>	15,07	14,32	12,94	Guernika	12,58	10,70	11,72
Arzúa	8,25	5,74	7,14	Markina	10,61	8,34	9,21
Teo	7,38	7,66	6,51	Dumbria	7,84	6,63	8,08
Lira	10,12	8,45	8,76	Sendelle	9,17	9,48	8,63
Aranga-Vila	9,27	5,34	6,49	Pontearreas	10,83	8,60	9,12
Monfero	7,11	6,06	6,14	Forcarei	8,79	8,24	7,14
Irixoa	9,56	9,25	6,93	Mondariz	13,08	10,88	8,05
Begonte	9,44	7,56	6,97	Covelo	9,28	7,80	8,29
Sarria	8,39	8,51	8,04	<b>H1</b>	11,71	6,93	9,21
Izoria	11,83	9,72	8,54	Oia	9,19	9,19	9,77
<b>Media VL</b>	<b>10,19</b>	<b>8,92</b>	<b>8,79</b>	<b>Media híbridos</b>	<b>12,96</b>	<b>10,25</b>	<b>11,22</b>

LC: sistema de producción convencional; LE-PC y LE-PV: sistema de producción hacia cultivo ecológico fertilizado con purín de cerdo; VL: variedades locales

### Análisis combinado

En el análisis combinado de los dos años no hallamos diferencias significativas entre los SP para ninguno de los caracteres evaluados y la interacción ambiente x SP sólo fue significativa para las floraciones y MS (Tabla 5). La producción más alta se alcanzó en el LC (12,9 t/ha), seguido de LE-PV (11,5 t/ha) y, por último, LE-PC con 10,7 t/ha (Tabla 3). El vigor y las floraciones fueron las mismas en los tres SP y la MS fue más alta en ambos LE, siendo esta superior hasta en un 11% respecto a LC. Estos datos concuerdan con el trabajo precedente.

Las diferencias entre los genotipos no son significativas ni para VTE, ni MS y PMS (Tabla 5) pero si encontramos diferencias significativas entre los años lo que indica que las variaciones fenotípicas observadas para estos caracteres deben ser atribuidas a efectos ambientales. Sólo



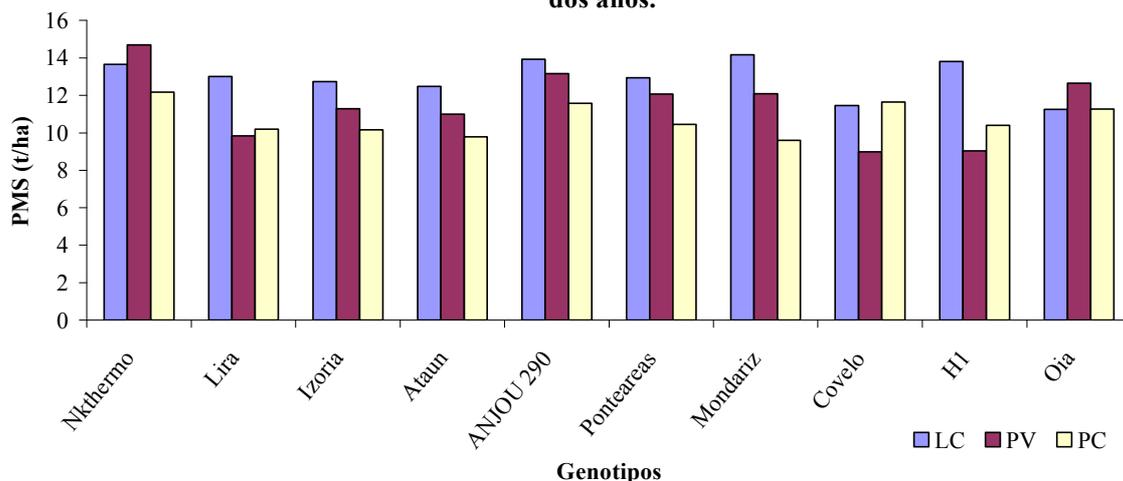
encontramos interacción significativa entre SP x genotipo para FFEM, lo que indica que las diferencias en este parámetro se mantienen independientes del SP.

**Tabla 5: Cuadros medios de la producción de materia seca (PMS) y los caracteres agronómicos de diez genotipos de maíz.**

Fuente	gl	VTA	FFEM	FMAS	MS	PMS
Ambiente	1	54,45 **	154,94 *	12,27 ns	2296,01 **	422,47 **
Repetición(ambiente)	4	0,87 ns	11,24 ns	13,24 ns	46,11 **	8,73 ns
SP	2	1,35 ns	0,12 ns	6,81 ns	236,52 ns	76,14 ns
Genotipo	9	4,99 ns	213,89 *	215,74 **	68,85 ns	14,14 ns
SP*genotipo	18	0,89 ns	6,09 *	5,76 ns	6,87 ns	8,37 ns
Ambiente*SP	2	0,95 ns	31,61 **	40,84 **	188,21 ***	9,46 ns
Ambiente*genotipo	9	2,26 ***	65,88 ***	31,20 ***	26,08 **	14,20 ***
Ambiente*SP*genotipo	18	0,49 ns	2,65 ns	5,65 ns	11,39 ns	4,81 ns
Error	116	0,41	5,94	6,01	9,63	3,92
LSDg(5%)		0,66	1,73	1,68	1,84	2,03

MS: contenido de materia seca; VTA: vigor tardío; FFEM y FMAS: floración femenina y masculina respectivamente  
 LSD: mínimas diferencias significativas. SP: Sistema de producción

**Figura 1: Producción de materia seca de diez genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de cultivo ecológico (LE-PV y LE-PC) y laboreo convencional (LC) en dos años.**



Al analizar la PMS en los tres sistemas y los dos años observamos que “Mondariz” con 14,2 t/ha, obtiene mayor producción que el mejor de los híbridos testados (“Anjou250” con 13,9 t/ha) en LC (Figura 1). En LE la más alta PMS fue en ambos casos para el híbrido “Nkthermo” con 14,7 y 12,2 t/ha en LE-PV y LE-PC respectivamente, aunque en ninguno de los casos las diferencias fueron significativas entre los genotipos. En LE-PV las VL más productivas fueron, “Oia” con 12,7 t/ha y “Mondariz” y “Pontearas” con 12,1 t/ha en ambos casos. En LE-PC “Covelo” obtuvo una PMS de 11,6 t/ha, “Oia” 11,3 t/ha y “Pontearas” 10,5 t/ha.



## 9.- RESUMO E CONCLUSIÓNS:

Como continuación de la acción de transferencia 09/08 en el año 2010 se ha desarrollado un ensayo dónde se han evaluado 32 genotipos de maíz en tres sistemas de producción (SP): laboreo convencional con fertilización mineral (LC) y manejo ecológico fertilizado con purín de vacuno (LE-PV) y purín de cerdo (LE-PC), a fin de comparar los efectos del SP en la producción y los caracteres agronómicos de los genotipos evaluados, evaluar la interacción genotipo x ambiente y determinar los mejores genotipos en cada SP. En la evaluación del año 2010 han destacado por sus altas producción de materia seca (PMS) en los tres SP los genotipos “Berastegui”, “Guernika”, “Azpeitia” y “Mondariz”. En el análisis combinado la más alta PMS fue para LC, 12,9 t/ha, seguido de LE-PV con 11,5 t/ha y LE-PC con 10,7 t/ha, aunque las diferencias entre SP no fueron significativas. Tanto en el año 2009 como en 2010 la producción de materia seca fue superior en laboreo convencional que en manejo ecológico. En el análisis combinado también se sigue esta tendencia aunque las diferencias entre sistemas de producción no fueron significativas.

Las diferencias significativas entre los años, pero no en los genotipos, para vigor temprano, materia seca y producción de materia seca, indican que las variaciones fenotípicas observadas para estos caracteres deben ser atribuidas a efectos ambientales. La interacción significativa SP x genotipo para floración femenina, indica que las diferencias en este parámetro se mantienen independientes del sistema de producción y por lo tanto, son debidas a efectos genotípicos.

En el análisis combinado de los dos años se corroboran los datos del trabajo precedente ya que “Oia” es la variedad local con mejor comportamiento forrajero en LE-PV, “Covelo” en LE-PC y “Mondariz” en LC, todas ellas con producciones superiores a la media de los híbridos testados. Estas tres variedades locales junto a “Berastegui”, “Guernika”, “Azpeitia” y “Mondariz”, (evaluadas sólo un año), parecen ser una buena alternativa a los híbridos comerciales en cultivo ecológico tanto por su comportamiento agronómico como por su alta producción de materia seca.

## 10.- DATA E SINATURA DO RESPONSABLE:

Mabegondo, 14 de diciembre de 2010

Fdo Laura Campo Ramírez