Universitat de Lleida

Claves para la fertilización del maíz
(análisis de los principales aspectos)

Jaume Lloveras

XV Xornadas Técnicas de Vacún de Leite

Lugo, 9 Noviembre de 2017

Universitat de Lleida

El maíz forrajero es uno de los componentes principales de las dietas de vacuno de leche

Producir un cultivo es captar y transformar la energia solar

Universitat de Lleida

Fertilización del maíz (análisis de los principales aspectos)

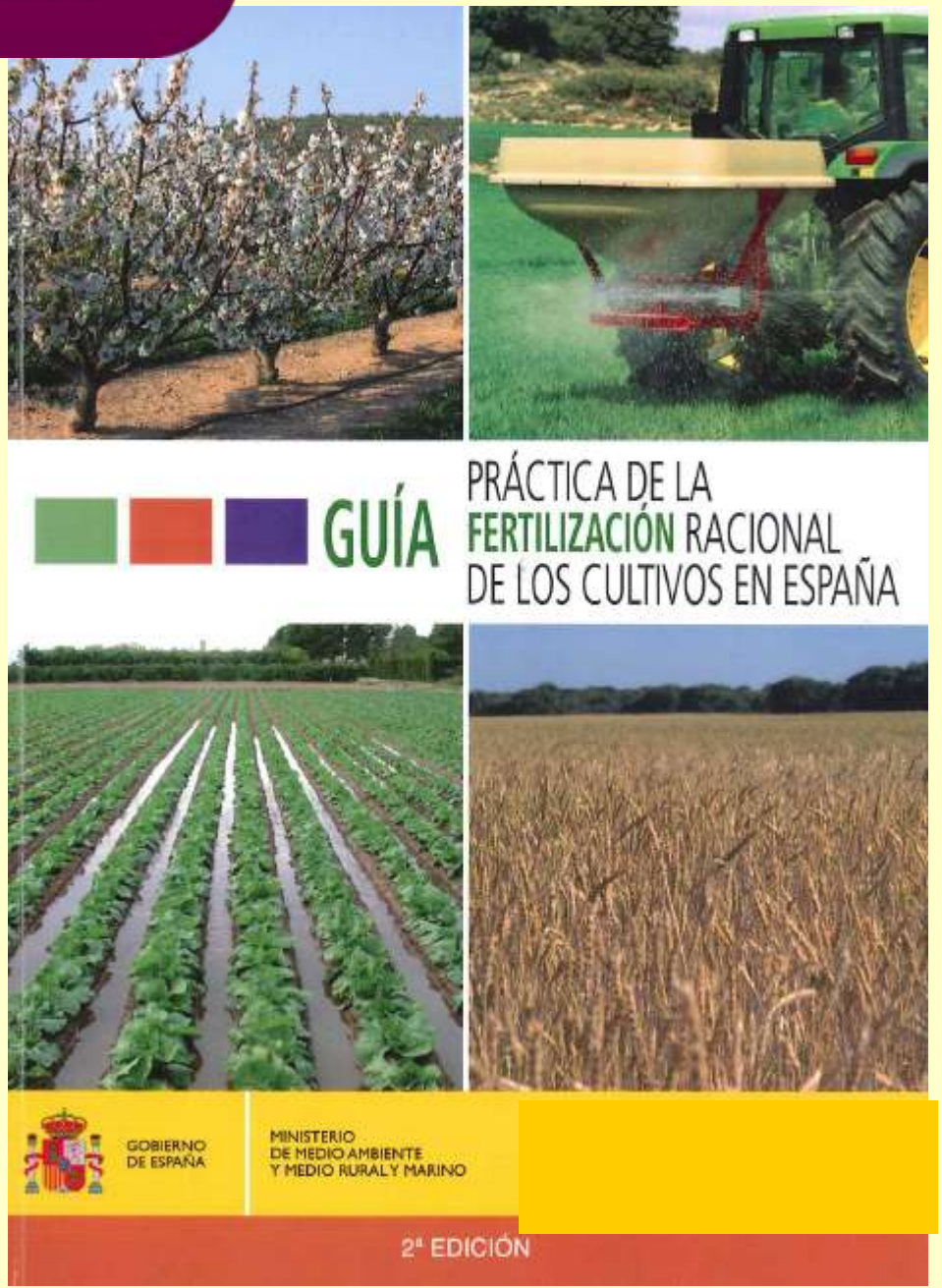
Producir maíz, supone interceptar radiación solar. La producción final es la interacción de un conjunto de factores del sistema de producción:

Radiación solar (latitud, longitud), Material vegetal, Temperatura, Pluviometría, Suelo (tipo, acidez), Regadío, Fertilización, Técnicas de siembra, Preparación de las tierras y recolección, Control de malas hierbas, plagas y enfermedades, etc.

Índice

- Importancia del maíz y del abonado.
- Costes de producción.
- Cálculo de necesidades de abonado.
- Carencias nutricionales del maíz.
- Momentos de aplicación del abonado (fondo- cobertera).
- Tipos de abonos.
- Contaminación por exceso de nitratos.
- Dosis óptimas económicas.
- Abonos orgánicos. Acumulación de P.
- Resumen y conclusiones.

Universitat de Lleida



Publicación sobre aspectos de la fertilización de los cultivos (2011)

Universitat de Lleida

ESPECIAL CULTIVOS FORRAJEROS

Vida Rural, 2015

Optimización de técnicas para el cultivo de maíz forrajero

Particularidades del maíz forrajero en la zona húmeda del norte de España

Laura Campo Ramírez y Jesús Moreno-González.

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

Aspectos generales

- El maíz es un cultivo tradicional en Galicia ≈ 90.000 ha y en muchos regadíos de España ≈ 500.000 ha, donde forma parte de las rotaciones de cultivo.

1.-Producciones grano (regadío, V. del Ebro):14 t/ha (10-20).

2.-Producciones en Galicia (secano): unas 15 t/ha MS (12-20) de MS de forraje (≈ 45 t/ha de silo) equivalentes a 6-10 t/ha de grano.

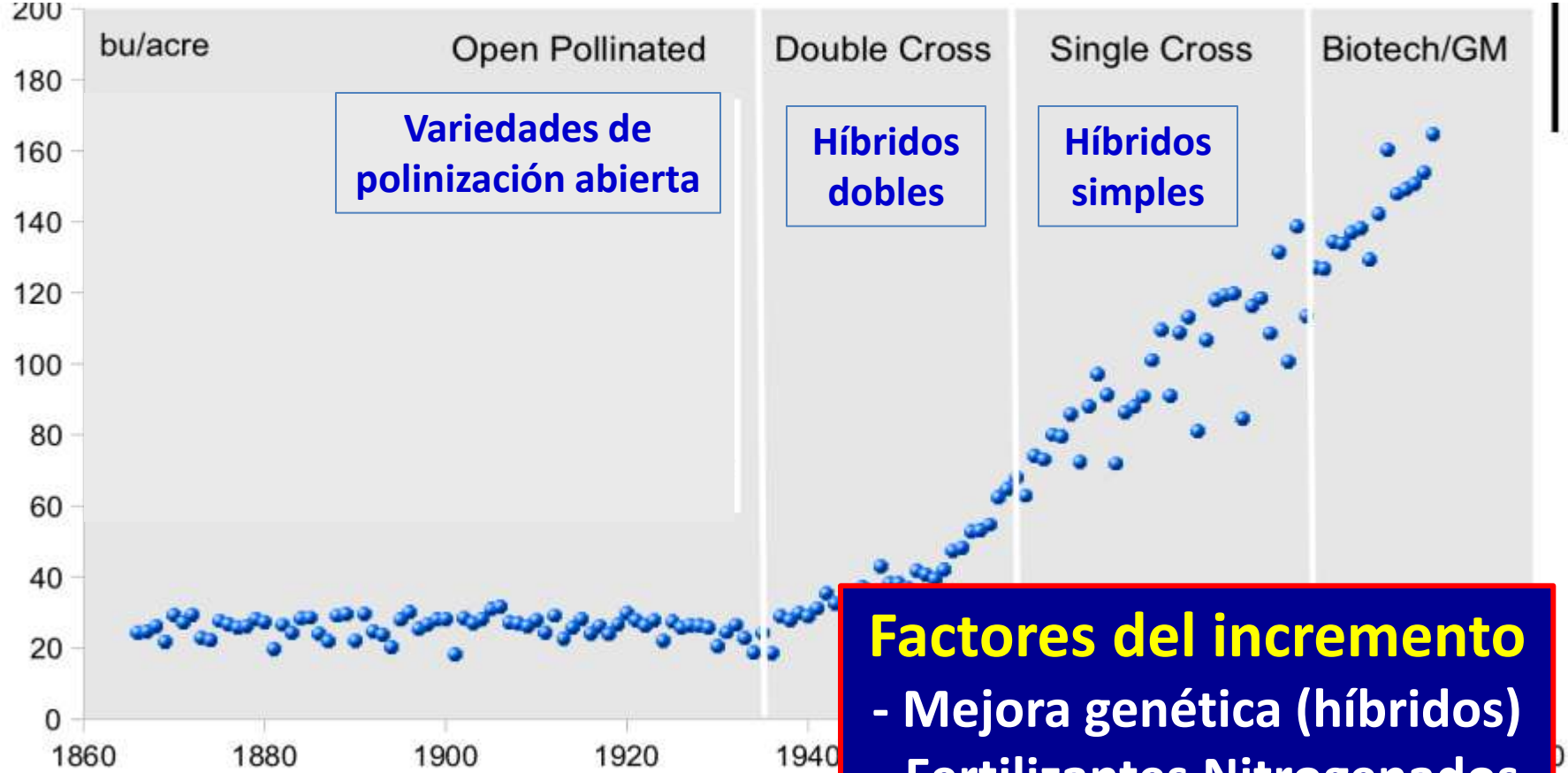
- El maíz requiere mayor inversión que otros cultivos.

- Aporta una mayor producción y generalmente, un mayor margen bruto que otros cultivos herbáceos.

Universitat de Lleida

Average US Corn Yields: No End in Sight

Evolución de los rendimientos del maíz en USA. No se vislumbra un final.



Factores del incremento

- Mejora genética (híbridos)
- Fertilizantes Nitrogenados

Sources: USDA-NASS; Troyer, *Crop Science* 46.2 (2006): 528; Pioneer (Rupert and Butzen, Crop Sci, 19(2))

© 2010 Biodesic

Fuentes del incremento de la producción de maíz debido a los cambios tecnológicos en los USA (Cardwell, 1982).

Práctica cultural	Contribución al incremento (%)
Fertilización nitrogenada	47
Ganancia genética	43
Densidad de siembra	21
Herbicidas	23
Distancia entre líneas	4
Fecha de siembra	8
Metodo de siembra	5 a 8
Rotaciones *(disminución de…*	- 3 a 11
Aplicación estiércol (Materia orgánica) *(disminución ..*	- 13
Insectos y erosión *(incremento de …*	- 8 a -16
Factores negativos no identificados	-23

Costes de producción del maíz forrajero en Galicia
(Seragro, 2016)

Actividad	Coste (€/ha)
Preparación del suelo y siembra	195
Semilla	155
Abonado mineral + enmiendas cal.	412 *(232 + 180) ≈20%*
Fitosanitarios	146
Recolección y almacenaje	283
Seguro	*10*
Subtotal	1.201
Alquiler de tierras	240
Total	1.441

Costes de producción del maíz en regadío (Lloveras y Bosch, 2013)

Actividad	Coste (€/ha)
Preparación del suelo y siembra	200 *(136 - 252) (13%)*
Semilla	270 *(200 - 350)*
Abonado mineral	444 *(288 - 550) (≈30%)*
Fitosanitarios	100 *(80 - 160)*
Recolección y transporte	150 (130 - 160)
Secado	164 *(130 - 216)*
Seguro	28 *(24 - 30)*
Subtotal *(Sin agua)*	1.366 *(1.095 – 1.678)*
Agua + regador	194 - *700 (Segarra-Garrigues)*
Total	1.510 – 2.016

Universitat de Lleida

Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos

Mapama, 2016

Importancia del nitrógeno en el maíz

I. Factor muy (más) importante en la producción.

II. Alto impacto en los costes de producción.

III. Riesgo de contaminación ambiental - Elemento muy móvil en el suelo…….

….. el conjunto de todos estos factores, han colocado el uso del N, como un elemento central de discusión en los temas de abonado en el maíz.

Universitat de Lleida

No todas las parcelas son aptas para cultivar maíz.
Es necesario cuidar el suelo y evitar su erosión

Universitat de Lleida

¿ Hay que cultivar maíz en todas las parcelas?

No todas las parcelas son aptas para cultivar maíz.

Es necesario evitar el suelo desnudo y la erosión

Es necesario cuidar la pérdida de suelo.

Evitar el suelo desnudo

Universitat
de Lleida
Evitar dejar el suelo desnudo

Universitat de Lleida

Evitar el suelo desnudo

Universitat de Lleida

Evitar el suelo desnudo

Universitat de Lleida

Evitar la erosión

Las praderas son un elemento necesario

Universitat de Lleida

Evitando la erosión.
Maíz cultivado en curvas de nivel.

www.quora.com

Universitat de Lleida

Fertilización del maíz

Preguntas Básicas

¿ Qué elementos ?

¿ Qué cantidades (dosis) ?

¿ En qué momento ?

¿ Modo de aplicación ?

¿ Tipo de fertilizante ?

Universitat de Lleida

Extracciones (aproximadas) de los principales elementos minerales del maíz (kg)

Por cada 1000 kg de grano	N	P	K	Ca	Mg
Grano	12-15	3	4	1	-
Resto de la planta	8	1	17	4	-
Total (forraje)	20-23	2,5- 4	21	4-5	3,4- 5

Barber y Olson,1968; Cela et al., 2010, Bundy, 2004

Fertilización del maíz

Preguntas Básicas

¿ Qué elementos ?

¿ Qué cantidades (dosis) ?

¿ En qué momento ?

¿ Modo de aplicación ?

¿ Tipo de fertilizante ?

Las necesidades de abonado de un cultivo dependen, en parte, de los rendimientos esperados.

Maíz afectado por la sequia en Vall de Bianya (Girona). Pérdidas de producción.

Universitat de Lleida

Maíz para grano

Universitat de Lleida

Extracciones (aproximadas) de los principales elementos minerales del maíz (kg)

Por cada 1000 kg de grano	N	K	P	Ca	Mg
Grano	12-15	4	3	1	-
Total	20-23	21	4	5	3,5-5

15 t/ha de MS de forraje

≈ 45 maíz ensilado ≈ 150 120 30 30 38

(unidades) ≈ 150 N 145 (K_20) 55-70 (P_2O_5) 53(O Ca)

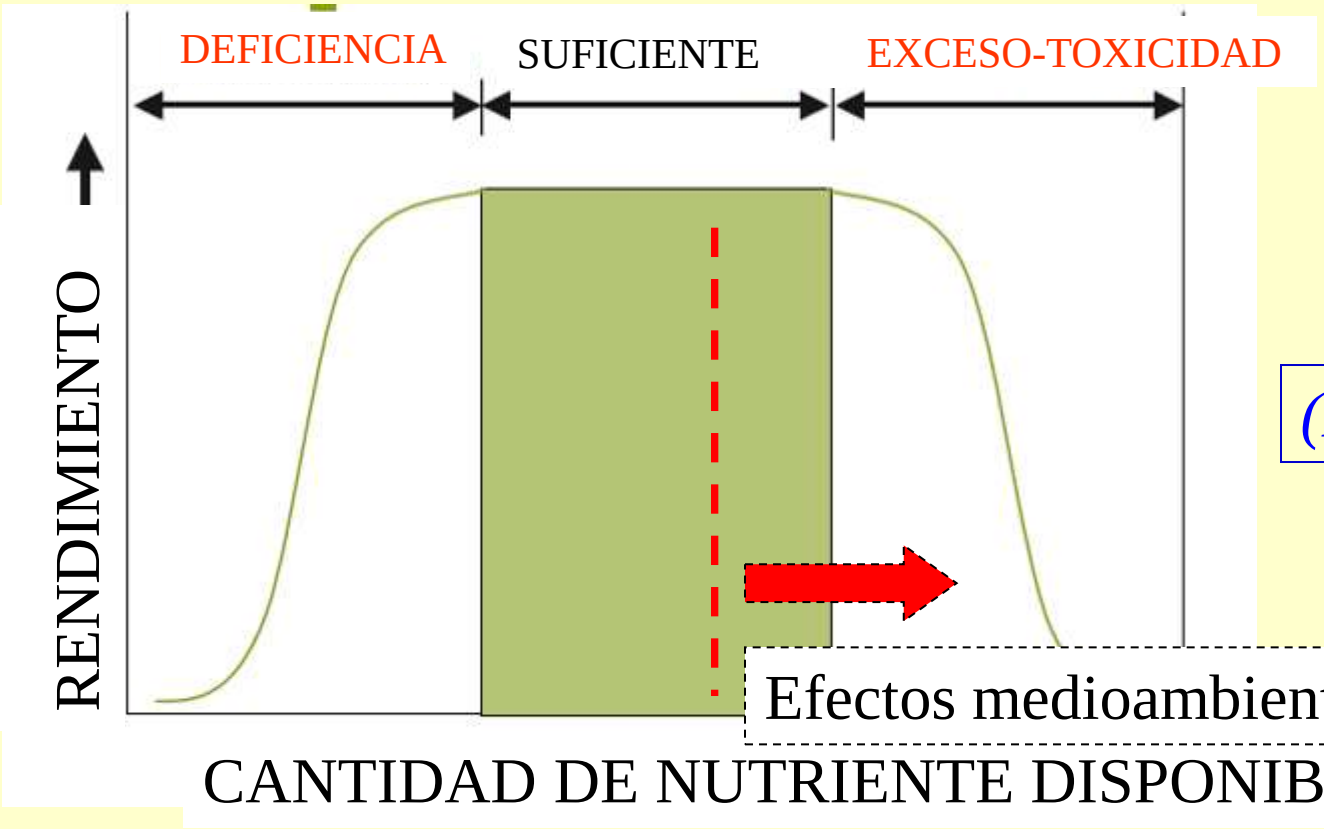
Barber y Olson, 1968; Cela et al., 2010; Garcia et al., 2014

Fertilización del maíz

¿ Qué cantidades (dosis) ?

Las necesidades de abonado de un cultivo dependen de los rendimientos esperados, (volumen de extracciones), en parte.

Efecto de los nutrientes

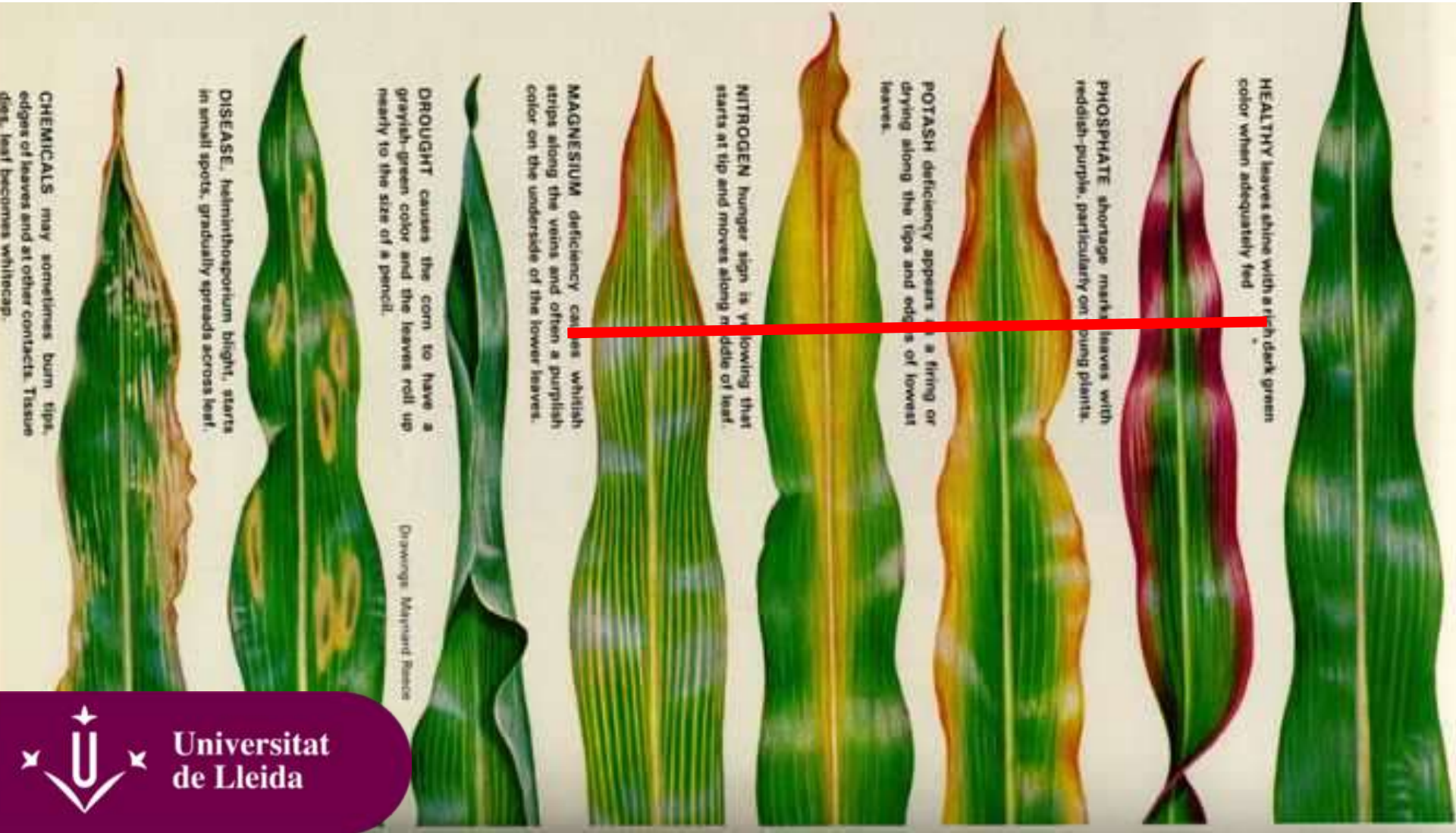


(R.Isla, 2013)

Los defectos en la aplicación de N o de otros elementos son visibles, pero no los excesos (normalmente).

Carencias de elementos minerales en el maíz.

Síntomas de las carencias en hojas (www.omafra.gov.on.ca)



Universitat de Lleida

Universitat de Lleida

Carencia de N

Maíz con carencias de nitrógeno

Universitat
de Lleida
Carencia de P

Maíz en los estadios iniciales con déficit de fósforo

Universitat
de Lleida
Carencias de K

Maíz con carencias de potasio

Fertilización del maíz

Algunos métodos para el cálculo de las dosis de abonado

1.- Método del balance.

2.- Ajuste mediante análisis de suelo.

3.- Curvas de respuesta.

4.- Ajuste con sensores ópticos (nitrógeno).

5.- Dosis óptimas económicas.

Fertilización del maíz

Algunos métodos para el cálculo de las dosis de abonado (nitrógeno)

1.- Método del balance.

2.- Ajuste mediante análisis de suelo.

3.- Curvas de respuesta.

4.- Ajuste con sensores ópticos.

5.- Dosis óptimas económicas

Método del balance.

Objetivo fertilización:
complementar los aportes del suelo para satisfacer las necesidades del cultivo

(Fertiberia)

Método del balance

$$N_{fert} = \frac{N_{cult} - (N_{min} * E_1) - (N_{inic} * E_2)}{E_3}$$

EFICIENCIAS

N_{fert} = Necesidades de fertilizante nitrogenado

N_{cult} = Necesidades de N del cultivo (extracciones)

N_{min} = N neto mineralizado durante el ciclo del cultivo

N_{inic} = N disponible en el momento de siembra

(Salvagiotti, 2008)

Universitat de Lleida

Método del balance

N_{fert} = ¿ ?

N_{cult} ≈ Producción esperada

1.- 7,5 t/ha de grano x (20 kg N/ 1.000 kg de maíz) = 150 kgN/ha

2.- 15 t/ha de MS (forraje) ~ (7,5 t/ha de grano) x 20 kg N/t ≈ 150 kg N/ha. Pero…… ??

N_{min} = Depende del tipo de suelo

- M.O., profundidad, temperatura, humedad, etc.

N_{inic} = Depende del manejo

- Cultivo previo, manejo de residuos.

Método del balance

$$N_{fert} = \frac{N_{cult} - (N_{min} * E_1) - (N_{inic} * E_2)}{E_3}$$

EFICIENCIAS

N_{fert} = Necesidades de fertilizante nitrogenado

N_{cult} = Necesidades de N del cultivo (extracciones)

N_{min} = N neto mineralizado durante el ciclo del cultivo

N_{inic} = N disponible en el momento de siembra

(Salvagiotti, 2008)

Universitat
de Lleida
Este suelo mineraliza ≈ 80- 100 kg N/ha/año
La calidad del suelo es un factor básico de la producción agraria.

Método del balance

$$N_{fert} = \frac{N_{cult} - (N_{min} * E_1) - (N_{inic} * E_2)}{E_3}$$

EFICIENCIAS

N_{fert} = Necesidades de fertilizante nitrogenado

N_{cult} = Necesidades de N del cultivo (extracciones)

N_{min} = N neto mineralizado durante el ciclo del cultivo

N_{inic} = N disponible en el momento de siembra

(Salvagiotti, 2008)

Laboratorio Agroambiental

Eurofins Agroambiental, S.A.

Partida Setsambs, s/n
25222 Sidamon (Lleida)
T 973 71 70 00
F 973 71 70 33
agroambiental@eurofins.com
www.eurofins.es

ENAC ENSAYOS Nº 563/LE2082

Los ensayos marcados con *
no están amparados por la acreditación de ENAC

eurofins

BOLETÍN DE ANÁLISIS

DATOS IDENTIFICATIVOS DEL CLIENTE

NOMBRE: SAT AGROPUEYO (14708)
DIRECCIÓN: C/ Mayor, 7 22221 PALLARUELO DE MONEGROS

DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Suelos
S/ REFERENCIA: TARAJO
CÓDIGO MUESTRA: 01218225/1
FECHA/HORA LLEGADA: 25/02/2015
MENÚ/ANÁLISIS: S30
PORTADOR: Client

POL.:
PARCELA:
CULTIVO:
VARIEDAD:

Contenido de N antes de la siembra

Las incertidumbres de las técnicas acreditadas por ENAC están calculadas y a disposición del cliente.
Las interpretaciones no están amparadas por la acreditación de ENAC.

Análisis	Resultado	Unidades	Método de análisis/PNT	Interpretación
HUMEDAD 105 ºC	<1,000	%	Gravimetría/C5110007	
NITRÓGENO-NÍTRICO (N-NO3) *	18	mg/kg s.m.s.	Colorimetría	Normal - Alto
FÓSFORO (P) (Olsen) *	16,0	mg/kg s.m.s.	Espectrofotometría UV-VIS	Normal
POTASIO (K) (ext. ac. amónico) *	250	mg/kg s.m.s.	Espectrometría ICP-OES	Normal
CALCIO (Ca) (ext. ac. amónico) *	7418	mg/kg s.m.s.	Espectrometría ICP-OES	Alto
MAGNESIO (Mg) (ext. ac. amónico) *	198	mg/kg s.m.s.	Espectrometría ICP-OES	Normal
SODIO (Na) (ext. ac. amónico) *	17	mg/kg s.m.s.	Espectrometría ICP-OES	Normal

RESUMEN DE RESULTADOS FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN

Análisis	Resultado	Unidades
HUMEDAD 105 ºC	0,580	%

Responsable Técnico

Universitat de Lleida

Efecto del abonado nitrogenado en cobertera en la producción de maíz y en el N residual en el suelo (0-90cm).

Riego por aspersión.(Gimenells, media 2002- 2015). (Martínez el al., 2017).

Universitat de Lleida

N (kg/ha/año)	Producción de forraje (kg MS /ha)	N residual en el suelo (Kg/ha) (octubre)	N en el suelo al sembrar (kg/ha) (abril)
0	16,6 d	70 d	76 c
100	22,7 c	112 cd	102 cd
150	25,6 b	121 cd	107 cd
200	26,9 ab	165 bc	145 bc
250	27,8 a	213 ab	163 ab
300	28,9 a	270 a	179 a
Media	24,7	160	86

Universitat de Lleida

Efecto del abonado nitrogenado en el contenido de nitrógeno del suelo, antes de la siembra y después de la cosecha del maíz en explotaciones gallegas

Cultivo previo	N aplicado (kg/ha)	N Residual (kg/ha)	N Inicial (kg/ha)
Maíz	202 (90 – 291)	145 (39 – 315)	111 (38 – 238)

M.I. Garcia Pomar, et al., 2011

Método del balance (Ejemplo)

N_{fert} = ¿ ?

N_{cult} ≈ Producción esperada

1.- 7,7 t/ha de grano x (20 kg N/ 1.000 kg de maíz) = 150 kgN/ha

2.- 15 t/ha de MS (forraje) x 20 kg N/t ≈ 150 kg N/ha.

y la dosis a aplicar sería: (1 kg de N = 1 unid. Fertilizante)

N_{fert} = 150 (extracciones) – 80 (mineralizado) – 50 (inicial) = 20 Kg/ha.

Sin embargo:

Hay que corregir los resultados en función de la eficiencia del abonado (37%) (Cassman et al., 2002), (40-80%) (López Bellido, 2013).

Método del balance

Es el método tradicional *(cuento de la vieja)* para predecir las necesidades de fertilización.

1.- Habría que evaluar con precisión la cantidad de nitrógeno mineralizado. Ello requiere de investigación.

2.- Hay que conocer el N disponible del suelo al iniciar el cultivo. Se necesitan análisis de suelo.

Problemas

- **Normalmente los agricultores suelen sobrestimar las producciones y con ello las dosis de abonado (Black, 1993; Lemaire, 1997) ≈ 80-100 kg N/ha.**
- **No predice bien las necesidades de N en regadío o en zonas lluviosas.**

Fertilización del maíz

Algunos métodos para el cálculo de las dosis de abonado (nitrógeno)

1.- Método del balance.

2.- Ajuste mediante análisis de suelo.

3.- Curvas de respuesta.

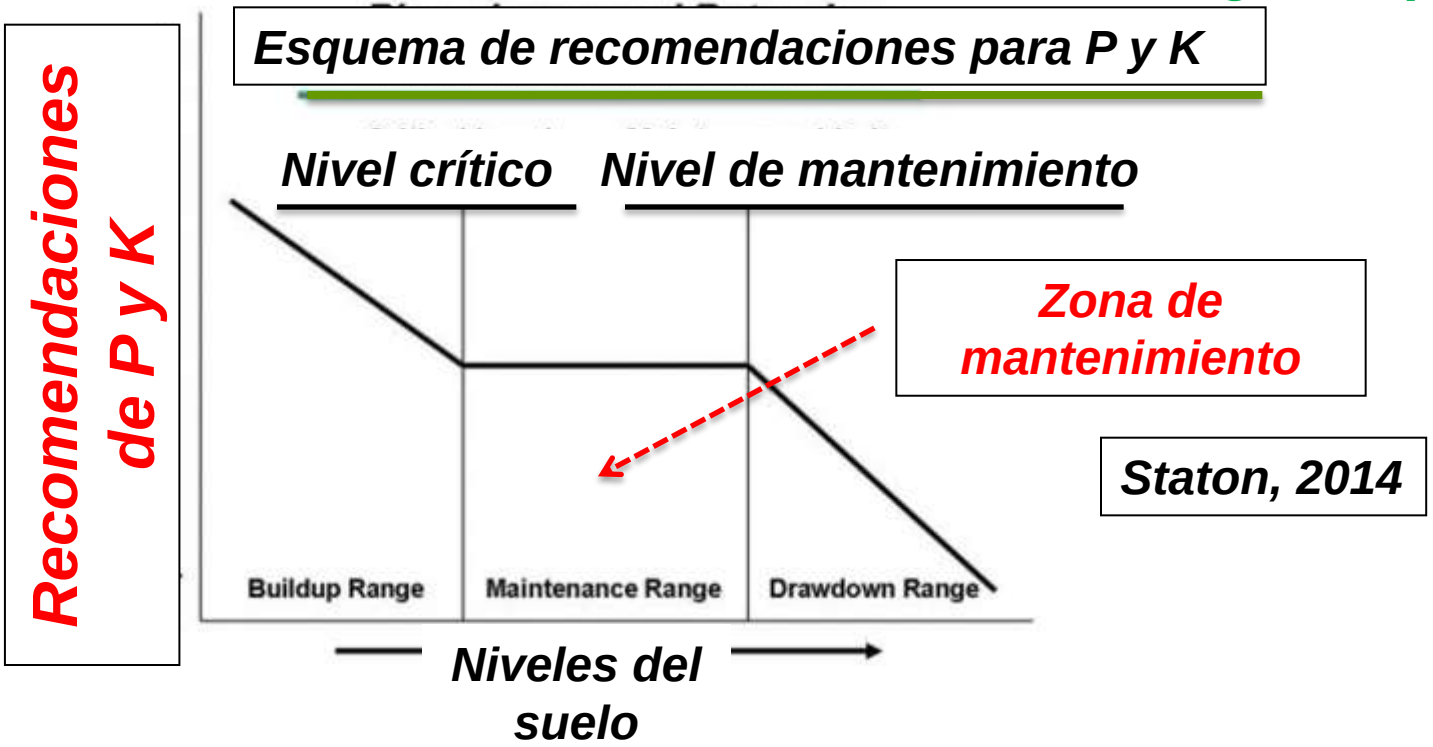
4.- Ajuste con sensores ópticos.

5.- Dosis óptimas económicas

Análisis de suelo y el Método del balance

En algunas zonas, consideran que el método del balance es adecuado para el P y K (Macnack et al., 2011).

Las recomendaciones, estan basadas en el concepto de Niveles Críticos. Niveles de P y K del suelo, a partir de los cuales este aporta el P y K necesarios para un óptimo rendimiento (niveles obtenidos a partir de años de investigación).



Universitat de Lleida

Universitat de Lleida

Muestreos de N del suelo en fondo y pre-cobertera

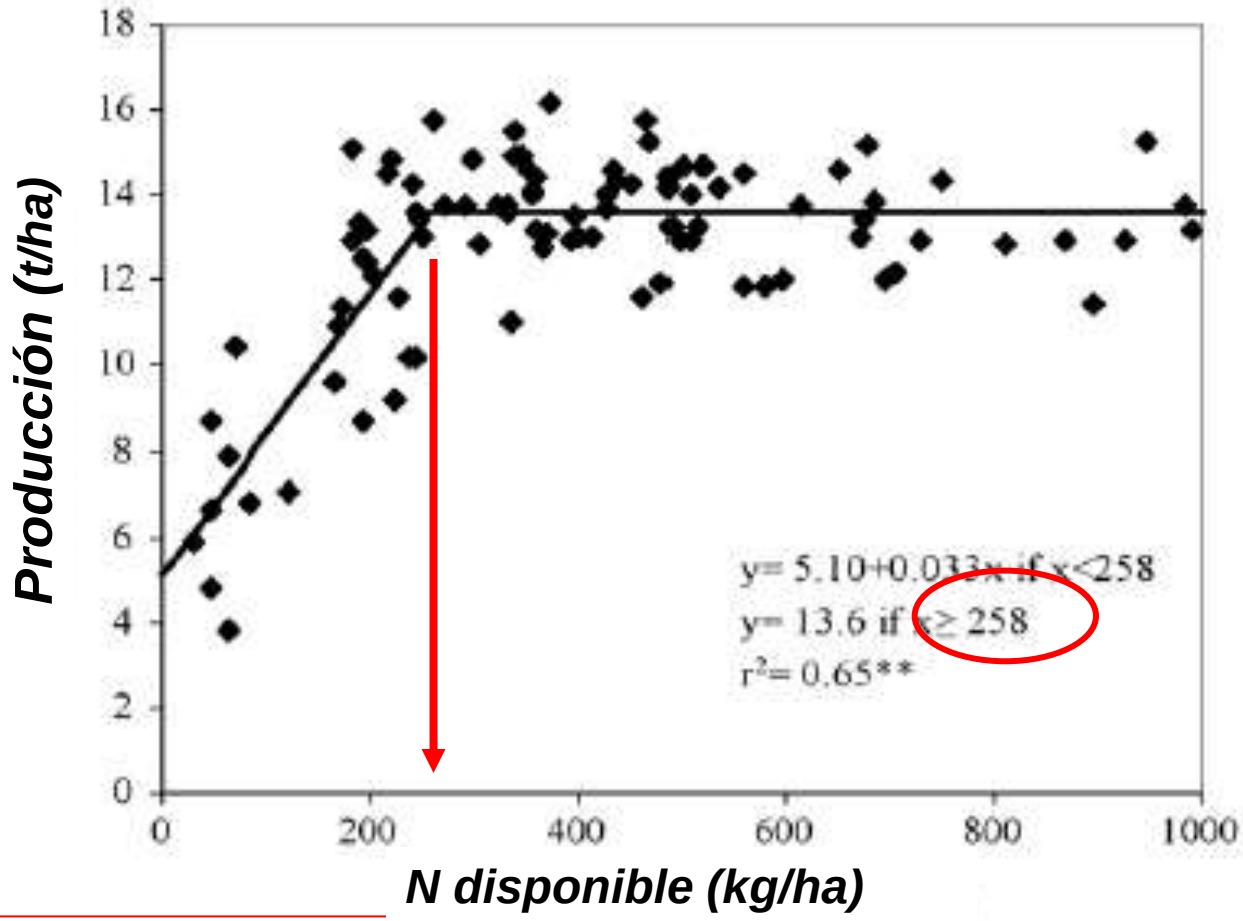
ANTES DE LA SIEMBRA

PRECOBERTERA (V3-V5)

Relación entre el N disponible en el suelo (*Pre-Plant NT, (0-90 cm*) + N fertilizante) y la producción de maíz

Universitat de Lleida

Óptimo: Alrededor de 250 kg N/ha



250 kgN/ha. ***Halvorson et al., 2005,Co. USA.***

244 kgN/ha. ***Isla y Quílez, 2006, Zaragoza.***

(Berenguer et al., 2009)

Muestreos de suelo de fondo y en pre-cobertera

Ajustar las dosis de N, sólo con análisis de suelo

Según los resultados anteriores, **la cantidad de abonado nitrogenado para un cultivo de maíz es variable** y depende, entre otros factores de:

- **Cultivo precedente (maíz o alfalfa/pradera).**
- **Manejo del rastrojo (incorporado o exportado).**
- **Tipo de riego (superficie, aspersión o secano).**

…… y la información solo se consigue investigando …….!!!

Universitat de Lleida

Fertilización del maíz

Algunos métodos para el cálculo de las dosis de abonado (nitrógeno)

1.- Método del balance.

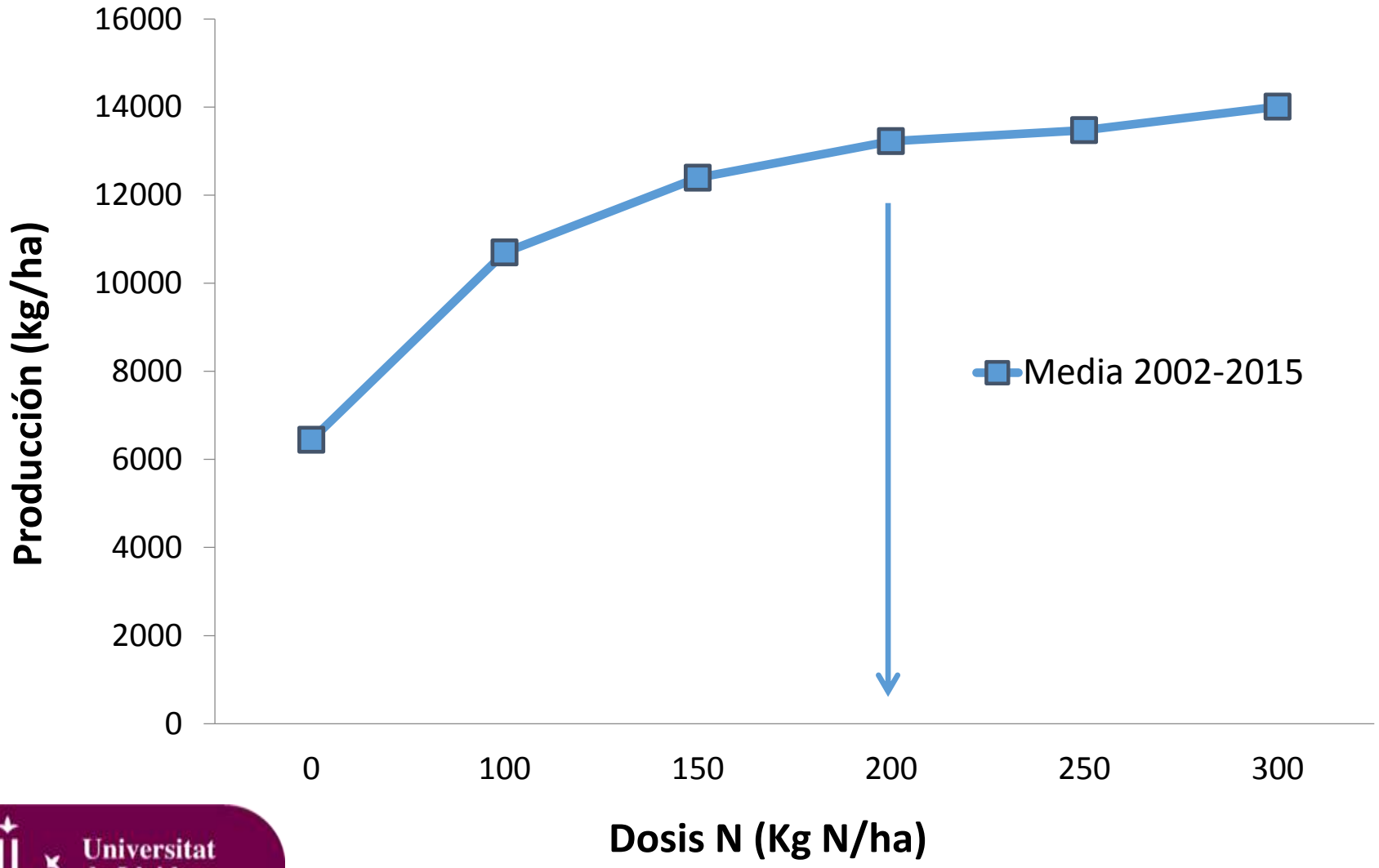
2.- Ajuste mediante análisis de suelo.

3.- Curvas de respuesta.

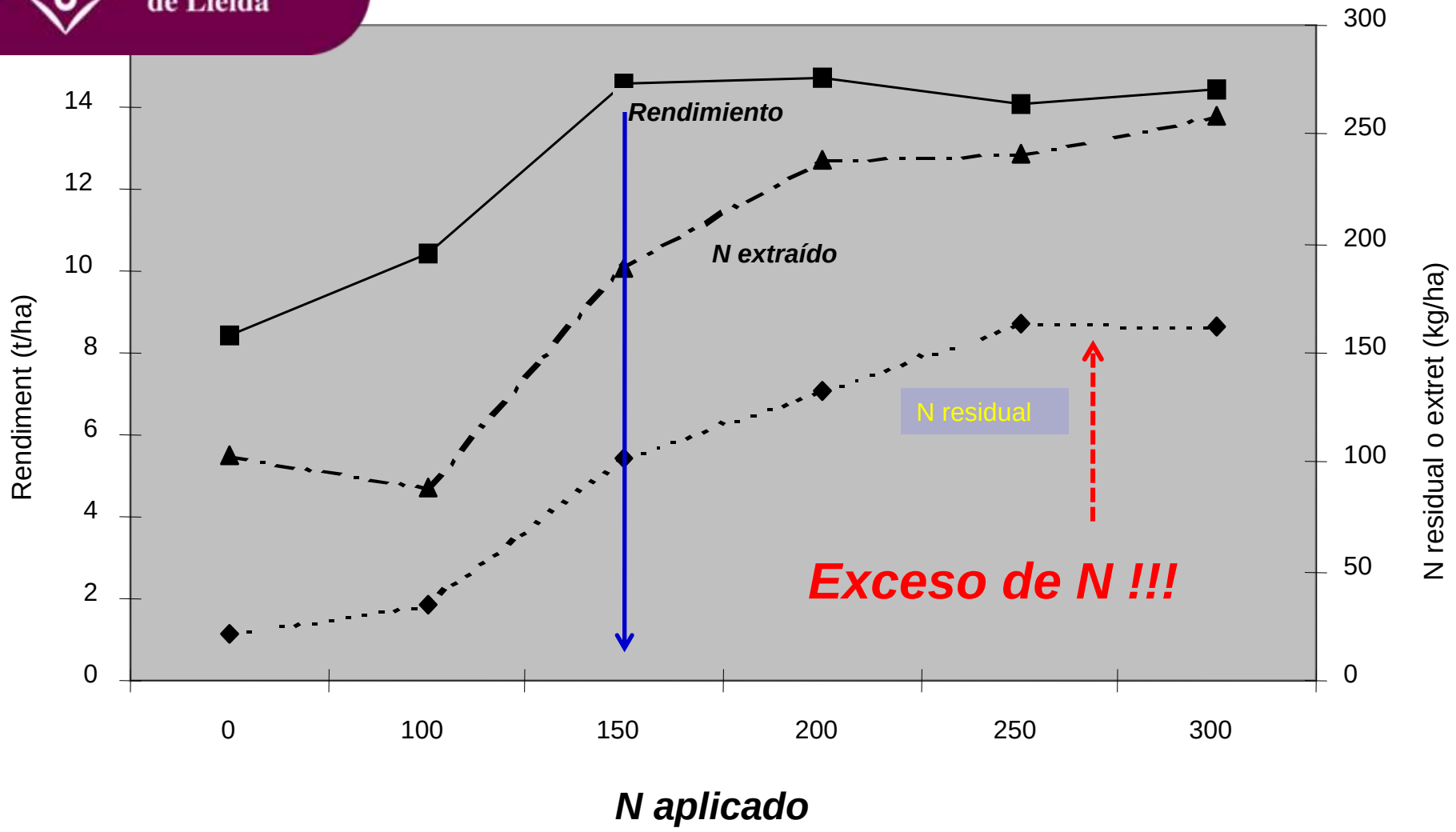
4.- Ajuste con sensores ópticos.

5.- Dosis óptimas económicas

Efecto del abonado nitrogenado en la producción de maíz grano. Curvas de respuesta y posible máximo beneficio económico. Gimenells, 2002-2015. (Martinez et al., 2017).



Universitat de Lleida



Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de maíz y en el nivel de nitratos residual en el suelo.

Gimenells 2004 (Berenguer et al., 2009).

Universitat de Lleida

Contaminación de las capas freáticas

Capa freática superficial en Binéfar (Huesca) > 50 ppm NO_3^-

Fertilización del maíz

Algunos métodos para el cálculo de las dosis de abonado (nitrógeno)

1.- Método del balance.

2.- Ajuste mediante análisis de suelo.

3.- Curvas de respuesta.

4.- Ajuste con sensores ópticos (nitrógeno).

5.- Dosis óptimas económicas

545

5.19
SPAD

Fertilización del maíz

Algunos métodos para el cálculo de las dosis de abonado (nitrógeno)

1.- Método del balance.

2.- Ajuste mediante análisis de suelo.

3.- Curvas de respuesta.

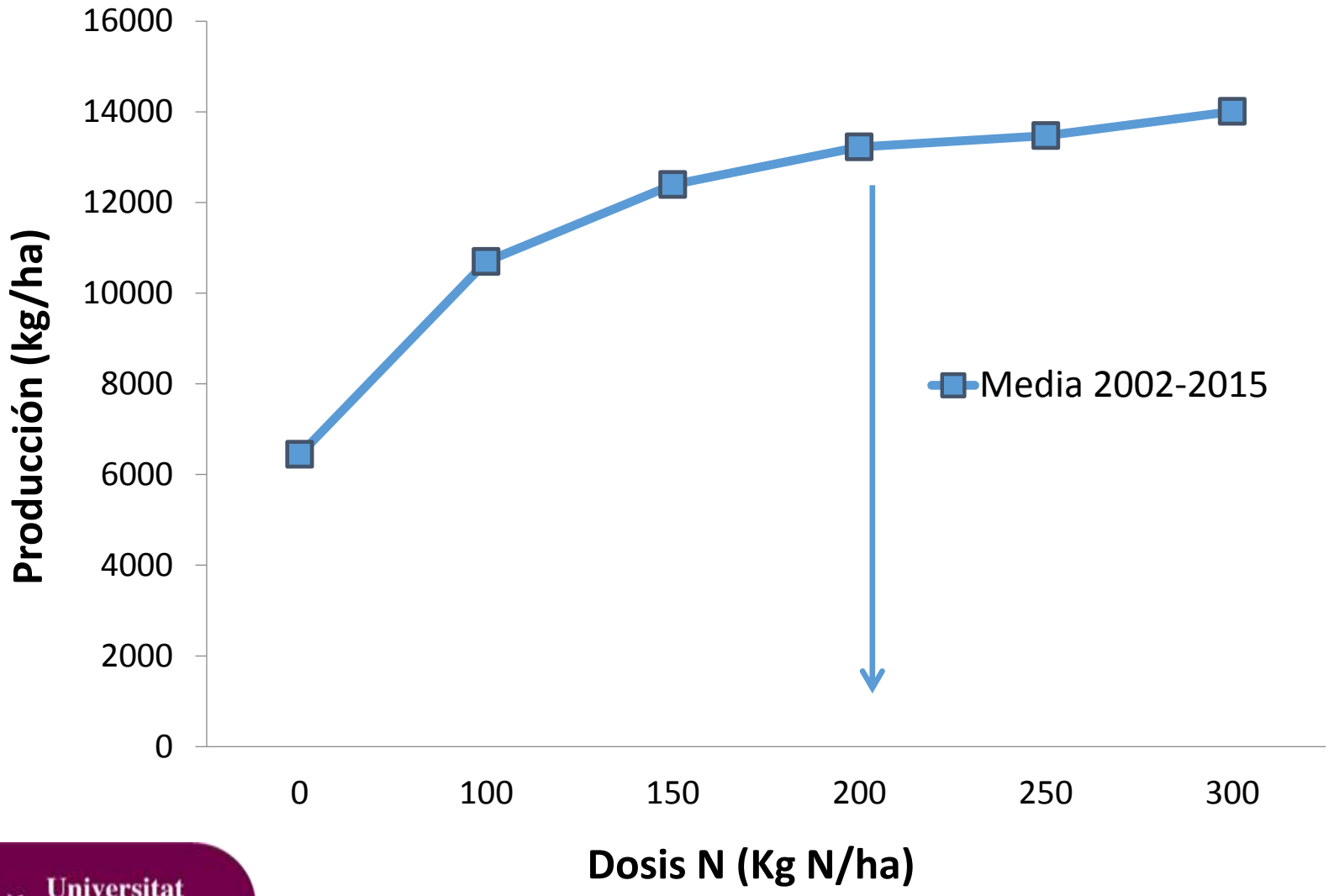
4.- Ajuste con sensores ópticos.

5.- Dosis óptimas económicas (*máximo retorno económico del abonado)*

Costes de producción del maíz forrajero en Galicia
(Seragro, 2016)

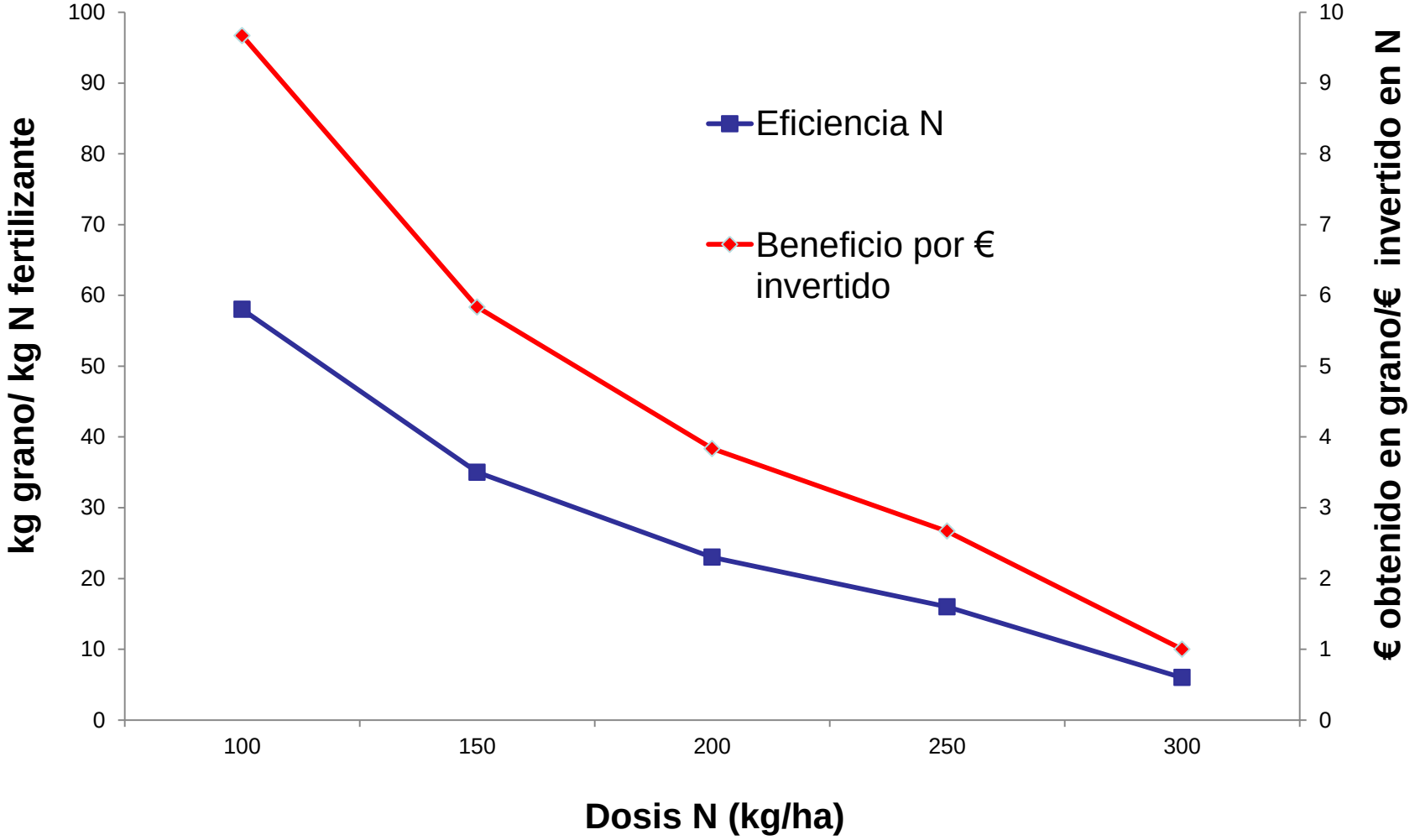
Actividad	Coste (€/ha)
Preparación del suelo y siembra	195
Semilla	155
Abonado mineral + enmiendas cal.	412 *(232 + 180) ≈20%*
Fitosanitarios	146
Recolección y almacenaje	283
Seguro	*10*
Total	1.201

Efecto del abonado nitrogenado en la producción de maíz grano. Curvas de respuesta y posible máximo beneficio económico. Gimenells, 2002-2015. (Martinez et al., 2017).

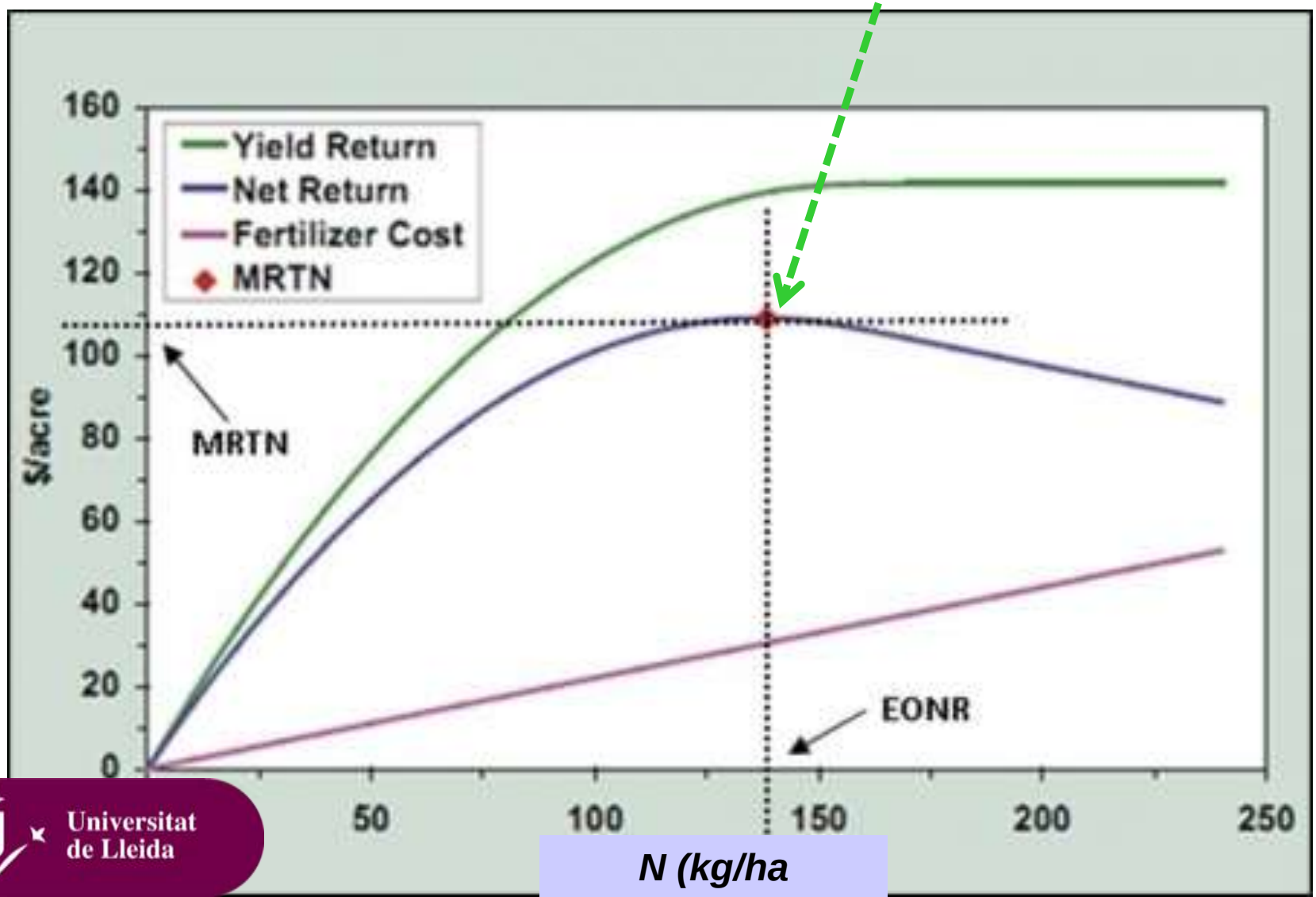


Universitat de Lleida

Evolución de la eficiencia del N al incrementar las dosis de abonado



Cálculo de las dosis de abonado en maíz, basado en la respuesta a la producción desde el punto de vista económico, MRTN (Máximo Retorno Económico del N). *(Sawyer, 2006).*



Universitat de Lleida

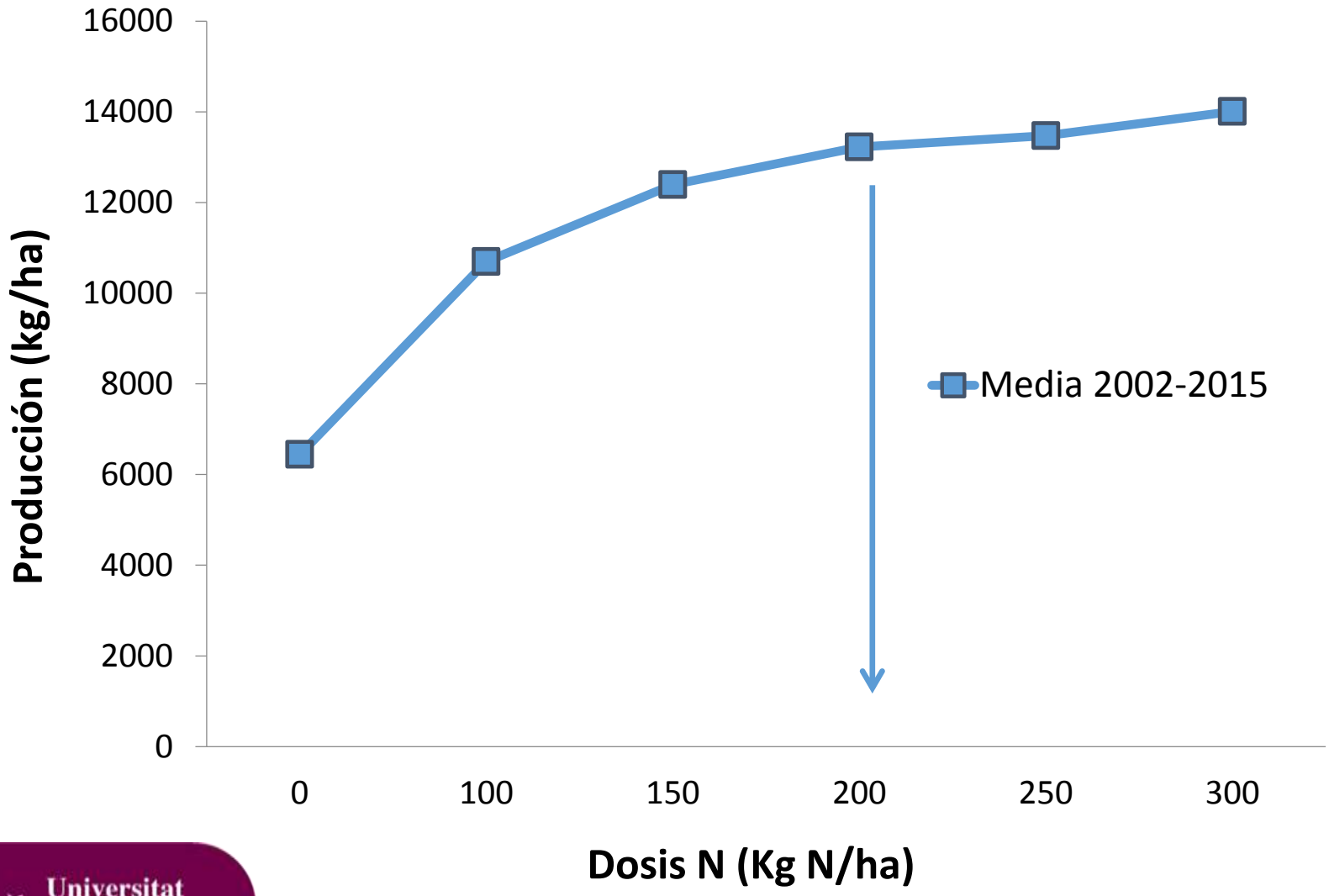
Universitat de Lleida

Relación entre la Eficiencia en el uso del N y Máximo Retorno Económico del N (MRTN)

En ensayos en los EEUU se observa, que aplicando el método del Máximo Retorno Económico, *la eficiencia en el uso del N en maíz, puede llegar a ser del 70%,* cuando la media del país es de un 40% (Wortmann et al, 2011).

O sea, que el beneficio económico va ligado al ambiental.

Efecto del abonado nitrogenado en la producción de maíz grano. Curvas de respuesta y posible máximo beneficio económico. Gimenells, 2002-2015. (Martinez et al., 2017).



Universitat de Lleida

Fertilización del maíz

Preguntas Básicas

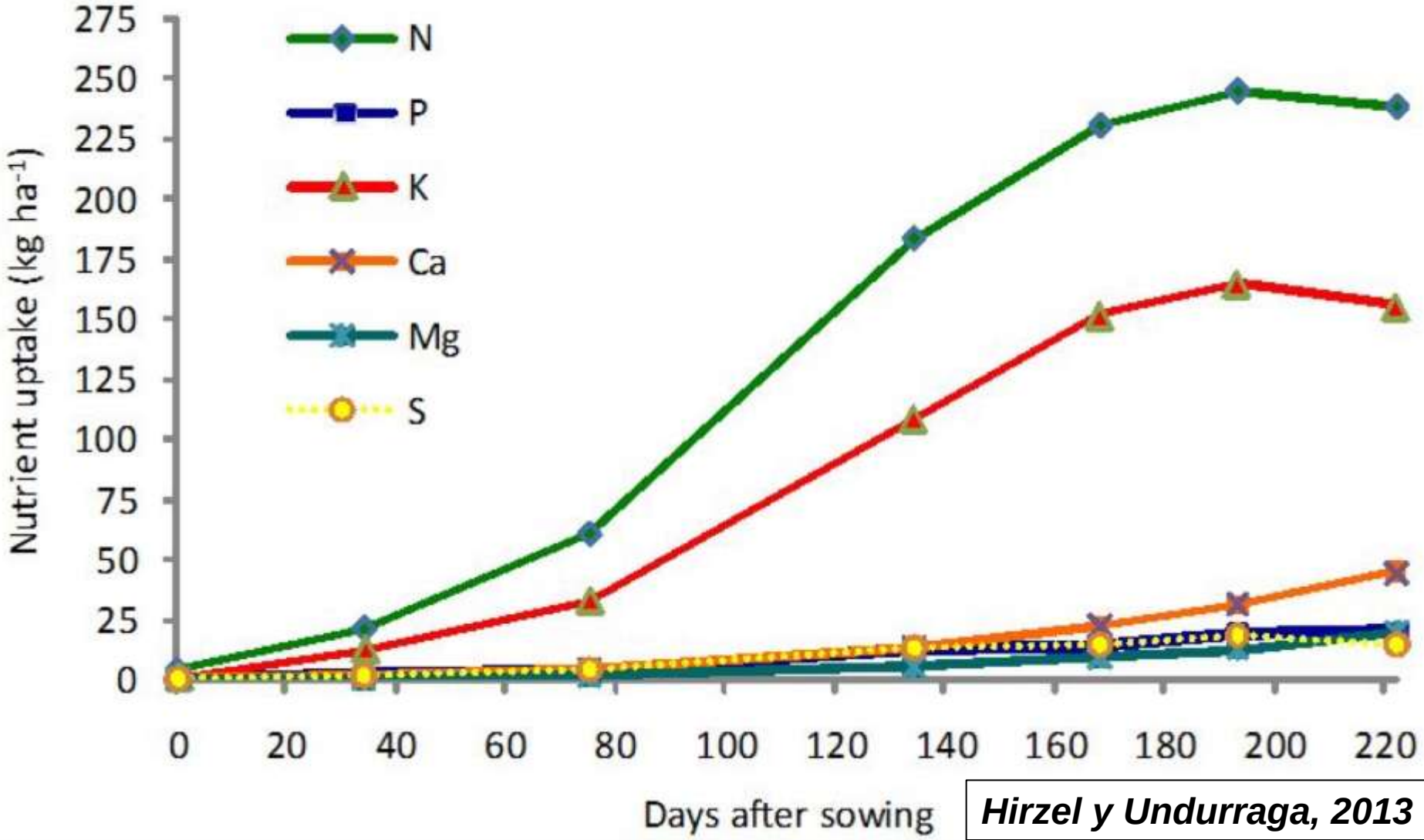
¿ Qué cantidades (dosis) ?

¿ En qué momento ?

¿ Modo de aplicación ?

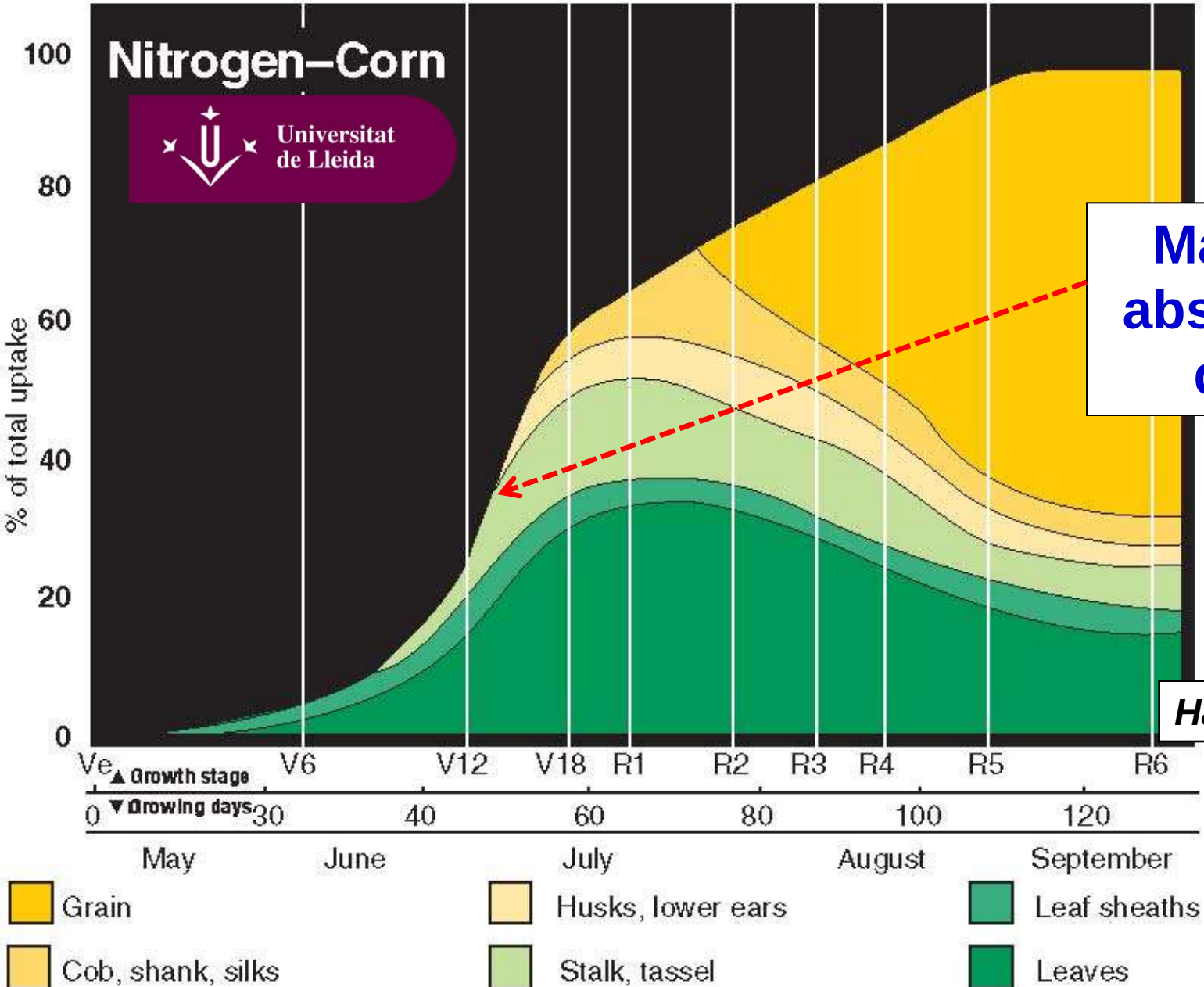
¿ Tipo de fertilizante ?

Evolución de las extracciones del maíz



Hirzel y Undurraga, 2013

Curva de absorción del N por el maíz



Máxima absorción de N

Hanway, 1986

Universitat de Lleida

Priorizar el abonado de cobertera frente al de fondo, cuando sea posible.

Universitat de Lleida

Fertilización nitrogenada en cobertera

¿ En que momento ?

Universitat de Lleida

Universitat de Lleida

Fertilizando con abonos líquidos en riego por aspersión

Universitat de Lleida

Aplicación de N liquido en floración

https://www.360yieldcenter.com

Universitat de Lleida

¿ En qué momento ?

Fertilización en fondo

Fertilización del maíz

¿ En qué momento ?

1.- En regadío, el N, preferiblemente en cobertera.

2.- En secano, como es el caso de Galicia, habrá que aportar una parte importante del N en fondo, pues si no llueve, éste no se podrá incorporar al suelo.

Eficiencia del abonado nitrogenado en función del uso del agua (Quemada y Gabriel, 2016).

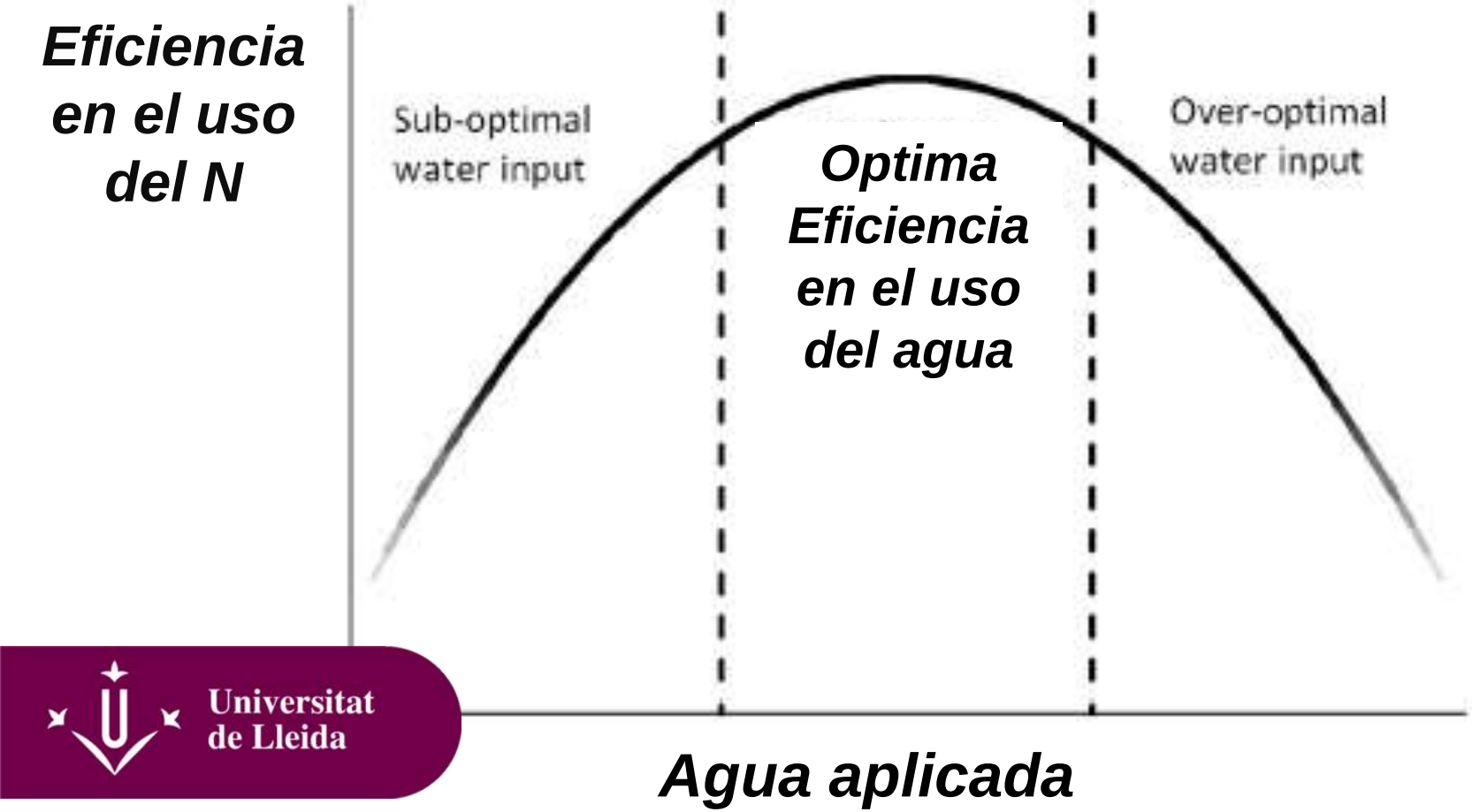


Fig. 1. Schematic representation of the effect of water input on nitrogen use efficiency (NUE). WUE: water use efficiency; ETc: Crop evapotranspiration.

Universitat de Lleida

Otros aspectos que pueden afectar a la eficiencia del abonado nitrogenado (acidez del suelo).

Niveis de acidez e doses recomendadas de encalante (expresado en forma de óxido de calcio, kg/ha) para corrixila, en función do aluminio presente no complexo de cambio do solo

Nivel	% aluminio*	CaO** (kg/ha)
Moi ácido	>= 60	2.500
Ácido	41-60	2.000
Medio	21-40	1.500
Pouco ácido	0-20	1.000
Óptimo	0	0

** % de aluminio (Al^{+++} no complexo de cambio do solo)*

*** CaO = óxido de calcio*

Piñeiro et al., 2009

Universitat de Lleida

Fertilización del maíz

Preguntas Básicas

¿ Qué cantidades (dosis) ?

¿ En qué momento ?

¿ Modo de aplicación ?

¿ Tipo de fertilizante ?

Universitat de Lleida

¿ Modo de aplicación ?

En forma de granulado

Es muy importante la uniformidad en las aplicaciones de abono por las abonadoras

¿ Modo de aplicación ?

¿ Será uniforme la distribución del abono?

Universitat de Lleida

¿Modo de aplicación?

Abonos líquidos

Fertilización nitrogenada en cobertera (N32)

Universitat de Lleida

Fertilización nitrogenada en cobertera (N32)

Universitat de Lleida

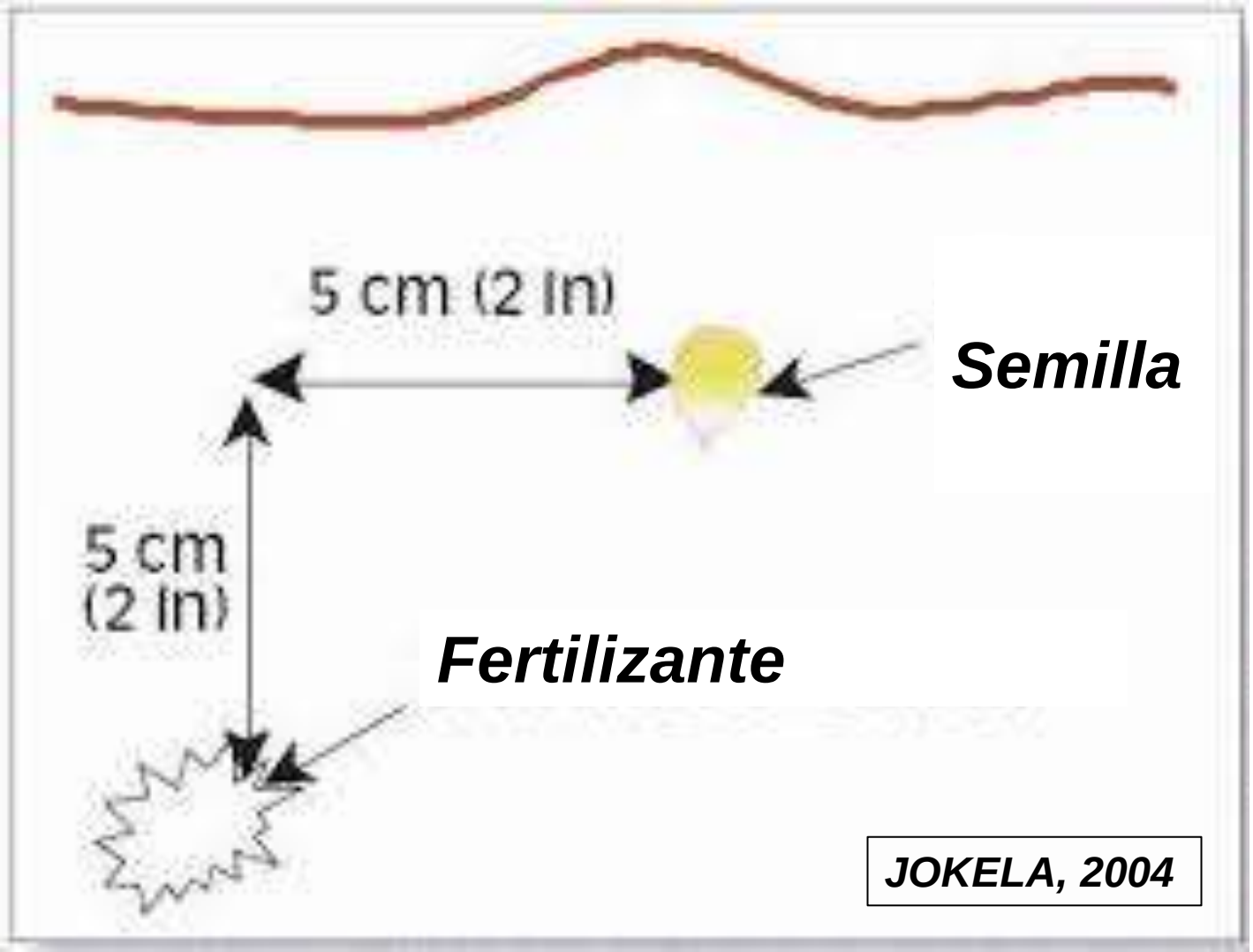
¿ Tipo de fertilizante?

Abonos líquidos en el maíz en cobertera (N32)

Fertilización en bandas, al sembrar

Universitat de Lleida

Fertilización localizada en bandas



Consideraciones economicas a la fertilización localizada

La fertilización en bandas o localizada incrementa el coste de aplicación de los fertilizantes, pero el ahorro de fertilizante y el posible incremento de producción son dos aspectos a tener en cuenta, en el momento del balance económico.

(Mallarino, 2014)

Universitat de Lleida

Daños al maíz por una incorrecta aplicación de N en cobertera

Universitat de Lleida

Daños al maíz por una incorrecta aplicación del N foliar en cobertera

Preguntas Básicas

¿ En qué cantidades ?
¿ En qué momentos ?
¿ Modo de aplicación?

¿Tipo de fertilizante?
- ¿Tradicional?
- ¿Liberación lenta?
- ¿Sólido ?
- ¿Liquido?

Vallejo, 2012

Tipos de fertilizantes: simples y compuestos. Gran cantidad de formulaciones

Universitat de Lleida

Urea

Universitat de Lleida

Superfosfato

Universitat
de Lleida
Cloruro potásico

Universitat de Lleida

Blending

Distinto tamaño y forma de los gránulos

Universitat de Lleida

Granulometria uniforme

Blending

Preguntas básicas

Tipo de fertilizante:

- Tradicional.
- Liberación lenta. En principio menos pérdidas de N.

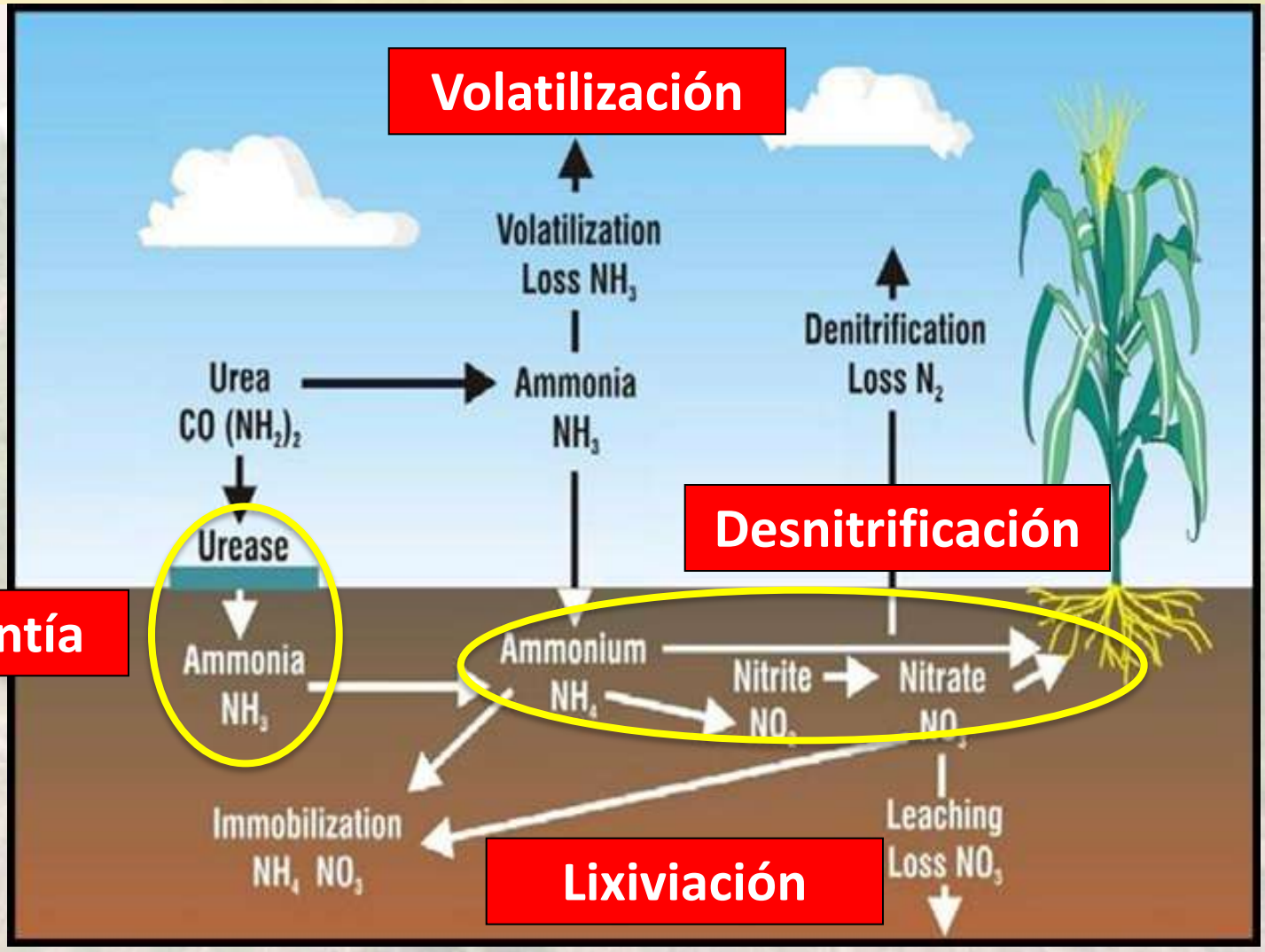
De varios tipos *(distintas tecnologías)*:

a) No funcionan de la misma manera.

b) Unos ”funcionan” para el maíz y otros no han estado suficientemente ensayados en nuestras condiciones.

Universitat de Lleida

Ciclo del Nitrógeno en Agroecosistemas



(J. Hassel, Agrotain, USA)

Universitat de Lleida

Dossier MAÍZ 2009 nº 157 - pág. 52

Uso de inhibidores de la nitrificación para reducir la contaminación por nitrato en el cultivo de maíz (DCD y DMPP)

riego. El uso de inhibidores de la nitrificación puede ser una buena alternativa, ya que a igual dosificación de N se reducen las pérdidas por lixiviación de nitrato en un 30% con el uso de estas sustancias, al tiempo que no se han hallado diferencias en los rendimientos entre los tratamientos estudiados, lo que demuestra la carencia de efectos fitotóxicos debidos

No se

Díez J.A.[1], Arauzo M.[1], Martínez-Bastida J.J.[1]

[1]Departamento de Contaminación Ambiental. Instituto de Ciencias Agrarias. CSIC 28006 Madrid

Universitat de Lleida

Inhibidores de la nitrificación

Resultados obtenidos por el CIAM en Galicia (Mabegondo), señalan que los fertilizantes minerales tradicionales, bien aplicados, producen iguales rendimientos de maíz que los fertilizantes de liberación lenta o con inhibidores de la nitrificación.

Si bien, la incorporación del inhibidor provocó ligeros incrementos en las recuperaciones del N aportado.

M.I.Garcia et al, 2012
M.D. Baez et al. 2015

….. y probablemente una reducción en las emisiones de N_2O (Mannheim, 2016).

Fertilización del maíz

En Resumen: recordar que….

1. **Una aplicación excesiva de N o de cualquier otro elemento mineral, no suele implicar mayores rendimientos, ... *y puede contaminar…..***

2. **Una aplicación excesiva** de N o de otros elementos, perjudica el medioambiente y ……. **el `bolsillo .**

3. **El suelo tiene a menudo el N suficiente al principio del cultivo.....** (al menos en el Valle de Ebro) ….. y ***por ello es mejor hacer las aportaciones de N en cobertera, si se puede.***

Universitat de Lleida

Empleo de la fertilización orgánica

Universitat de Lleida

Iowa Manure Manager Series

Volume 6

Is Manure the Same as Fertilizer as a Crop Nutrient Resource?

Manure has been land applied for centuries as a replenishment of nutrients removed with crop harvest, and to improve soil productivity. Manure contains all plant essential nutrients, and is therefore a complete crop nutrient resource. Use as a replacement for commercial

- Ammoniated phosphates – MAP ($NH_4H_2PO_4$); DAP [$(NH_4)_2HPO_4$]
- Potassium chloride – KCl

Commercially available fertilizers are typically refined to provide high availability, guaranteed analysis, consistent particle size and density, and often contain only one essential element. This makes planning for nutrient ap-

¿ El valor fertilizante de los purines y estiércoles es el mismo que el de los fertilizantes minerales?

Universitat de Lleida

Los abonos orgánicos mejoran la calidad del suelo

Efectos de los purines en la microfauna del suelo (lombrices).

Universitat de Lleida

Los abonos orgánicos mejoran la calidad del suelo

Contando lombrices del suelo

Universitat de Lleida

Los abonos orgánicos mejoran la calidad del suelo

Efectos en los microorganismos del suelo. Incremento de *la respiración del suelo.*

Valor de los elementos fertilizantes de los purines de vacuno (precios 2017).

La composición puede variar mucho →

	N total (Kg/m³)	N amon. (Kg/m³)	P_2O_5 (Kg/m³)	K_2O (Kg/m³)	Coste (€/m³)
	3,02		1,47	3,58	
Precio(€) por kg de elemento	0,81 (N)		1,35	0,58	
Coste (€/m³)	2,45		1,9	2,05	6,40

¿Cuanto N se pierde si no lo aplico bien ?

Según la composición de Garcia Pomar et al., 2010

O sea que 25 m³ de purín, de vacuno, sin pérdidas, valen unos 160 € !!!

Valor de los elementos fertilizantes de los purines de cerdo (precios 2017).

Puede variar mucho

	N total (Kg/m³)	N amon. (Kg/m³)	P_2O_5 (Kg/m³)	K_2O (Kg/m³)	Coste (€/m³)
Engorde	4,7-7,3	0,5-3,8	4,5	5,5	
Precio(€) por kg de elemento	0,81 (N)		1,35	0,58	
Coste (€/m³)	3,8 – 5,9		6,1	3,2	13,1 -15,2

¿Cuanto N se pierde si no lo aplico bien ?

O sea que 25 m³ de purín, de cerdo, sin pérdidas, valen unos 350 € !!!

Eficiencia de la aplicación de purín de cerdo (en comparación con el abonado mineral en cobertera), en la producción de maíz forraje (Gimenells, 2002-2015). (Martinez et al., 2017).

Purín (m^3/ha/año)	N (kg/ha/año)	Producción MS (Mg/ha)	Eficiencia del purin N
0	0	16,6 e	
	100	22,7 d	
	200	26,9 bc	≈ 51 %
30 (≈ 150 kg N Inor. y 218 kg N total)	0	24,8 cd	
	100	27,6 ab	
	200	28,8 ab	
50 (≈ 250 kg N Inor. y 390 kg N total)	0	27,1 abc	
	100	29,0 ab	
	200	29,5 a	

Universitat de Lleida

Táboa 6. Eficiencia de utilización do nitróxeno do xurro, en función das técnicas, momentos e condicións de aplicación

Forma de aplicación	Momento de aplicación	Condicións de aplicación		
		Óptimas (*)	Regulares	Malas (**)
Enterrado	Inmediatamente	0,9	0,8	0,7
	Menos de 4 horas	0,8	0,7	0,6
	O mesmo día	0,7	0,6	0,5

(*) **Condicións óptimas**

- Elevada humidade relativa do aire: orballo ao amencer ou ao atardecer
- Vento en calma
- Baixas temperaturas

(**) **Condicións malas**

- Tempo seco, mediodía
- Forte vento
- Altas temperaturas

Garcia Pomar et al., 2010

Universitat de Lleida

Demostración de sistemas de aplicación de purines

Universitat de Lleida

Demostración de sistemas de aplicación de purines

Análisis de suelo y su interpretación

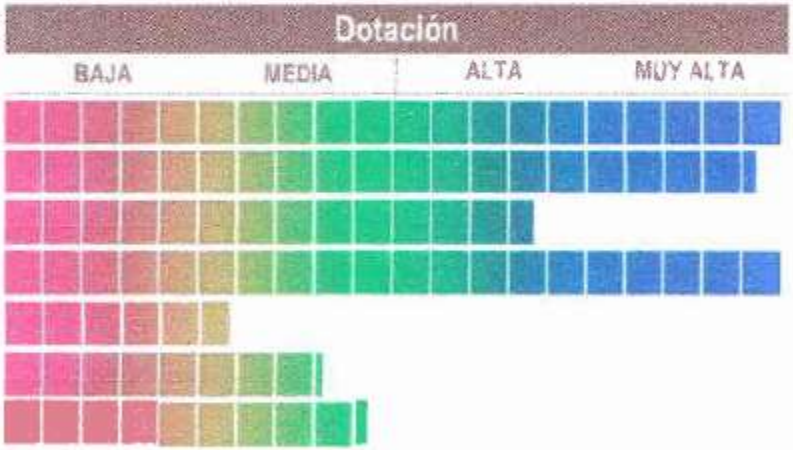
Universitat de Lleida

GRANULOMETRIA		Ø	
Arena		(2,0 - 0,05 mm)	
Limo		(0,05 - 0,002 mm)	33,0 % (Limo Grueso 16,0 % Limo Fino 27,0 %)
Arcilla		(<0,002 mm)	13,2 %
Textura	(clasificación USDA)		FRANCO

PARAMETROS ANALITICOS

pH	5,7		ácido
Carbonato cálcico equi	2,1	%	inapreciable
Carbono Organico	7,2	%	
Relación C/N	11,0		

Nitrógeno total	(Método NIR)	6,56	g/kg
Fósforo asimilable	(Método Olsen)	89,4	ppm P_2O_5
Potasio intercam.	(ext. Ac NH_4)	373	ppm K_2O
Materia orgánica		12,4	%
Na intercambiable	(ext. Ac NH_4)	31,0	ppm Na^+
Ca intercambiable	(ext. Ac NH_4)	3248	ppm Ca^{2+}
Mg intercambiable	(ext. Ac NH_4)	181	ppm Mg^{2+}



RECOMENDACIÓN DE ABONADO

N	321	kg/ha
P_2O_5	0	kg/ha
K_2O	0	kg/ha

Atención:

- La recomendación de abonado es válida para la campaña actual
- La dosis máxima de Nitrógeno pueden estar sujetas a las normativas de las Zonas Vulnerables en las distintas Comunidades Autónomas.

Acumulación de fósforo (P)

***Los purines NO son unos abonos equilibrados*, por ello, con la aplicación continuada de elevadas cantidades, se viene detectando la acumulación de elevados niveles de P en algunos suelos, con el riesgo potencial de este elemento como contaminante.**

Universitat de Lleida

NUEVAS PERSPECTIVAS PARA EL ABONADO NITROGENADO

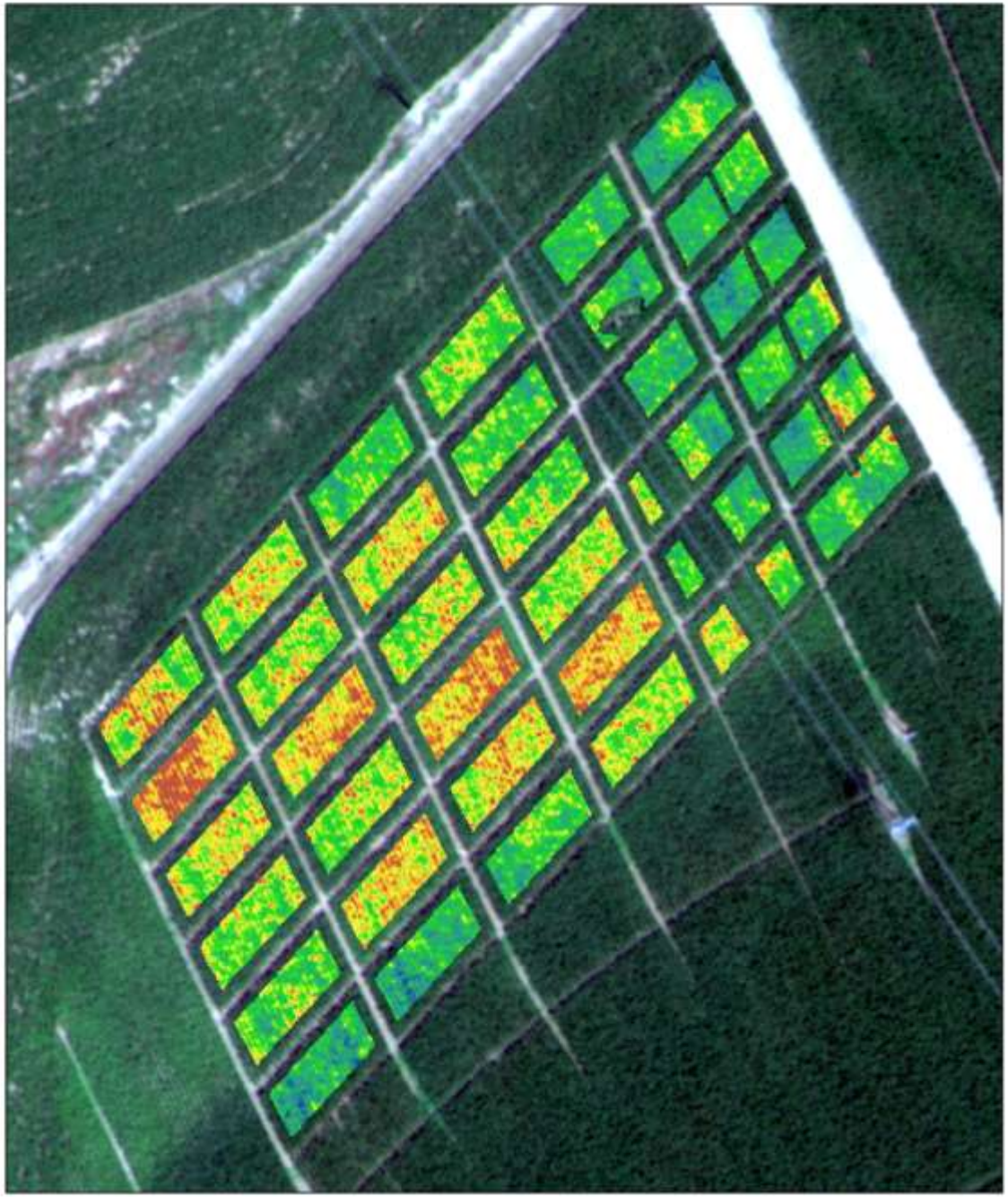
SENSORES ÓPTICOS TRANSPORTADOS

Universitat de Lleida

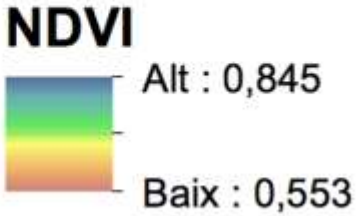
Universitat de Lleida

Color de las hojas por determinación aérea

¿ Futuro de la fertilización nitrogenada?



ÍNDICE DE VEGETACIÓN (NDVI)



Universitat de Lleida

Consideraciones finales
(según nuestros resultados)

¿Cuánto, cómo y cuando se debe aplicar N al maíz?

No hay una receta única !!!

Consideraciones finales
(según nuestros resultados)

¿Cuánto, como y cuando se debe aplicar el N al maíz?

No hay una receta única, ya que las necesidades de abonado dependen del sistema de producción y de muchos factores (*fertilidad, tipo de suelo, pluviometría, tipo de riego, calidad del agua, momento de aplicación, eficiencia del abono, rotación, etc.,* *y del precio del maíz y su relación con el precio del fertilizante !!!*).

Fertilización del maíz (algunos aspectos)

¿Y entonces, qué dosis de N, P , K o de otros elementos debemos aplicar ?

Universitat de Lleida

Fertilización del maíz

¿Qué dosis de N o de P y K o de otros elementos se deben aplicar?

1.- No hay una receta única de abonado.

(buscando siempre la mayor eficiencia de los abonos)

2.- Los análisis de suelos son una herramienta básica para efectuar cualquier recomendación.

Universitat de Lleida

Fertilización del maíz

En general, los productores suelen sobrefertilizar con N y otros elementos, debido principalmente a:

1.- Falta de investigación suficiente.
2.- Insuficiente divulgación y escasa credibilidad de algunos resultados.
3.- Medida de seguridad, sobre todo en épocas de buenos precios.
4.- Presión comercial de las empresas.

... pero creemos que se pueden reducir las aplicaciones de fertilizantes y aumentar el beneficio económico de las explotaciones, analizando el suelo adecuadamente y incrementando la eficiencia del fertilizante.

Fertilización del maíz

Consideraciones finales

Los resultados de los ensayos y del seguimiento de campos comerciales de maíz, muestran que a menudo, es más importante la gestión del abonado (momentos de aplicación) que las dosis de abonado y el tipo de abono.

Universitat de Lleida

..... y ahora, ... ¿como abonaremos ?

Universitat de Lleida

Fertilización del maíz

Apuntar bien:

El beneficio económico y el respeto medioambiental (cada vez más importante) **suelen ir en la misma dirección**

Universitat
de Lleida
Muchas gracias por su atención !!!!