

# ***FITOTOXICITAT PER UREA:***

Estudi i anàlisi dels efectes de l'orina canina en sòls, substrats, aigües i dos variants de gespa



Autor:

Curs: 2n Batxillerat A

Tutora:

Co-Tutora:

**0. ÍNDEX**

1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. OBJECTIUS I HIPÒTESIS .....	4
<b>BLOC I</b>	
3. MARC TEÒRIC	
3.1 Què és la urea? .....	6
3.2 El cicle del Nitrogen .....	7
3.3 El sòl	
3.3.1 El sòl.....	9
3.3.2 El sòl i l'addició d'urea .....	10
3.4 L'eutrofització de les aigües .....	12
3.5 Toxicitat per urea (nitrogen) en les plantes.....	13
<b>BLOC II</b>	
4. VARIABLES, MATERIALS I MÈTODE	
4.1 Descripció de les variables estudiades .....	15
4.2 Materials utilitzats en el projecte.....	15
4.3 Mostreig i disseny de l'experiment	
4.3.1 Mostreig del sòl del parc "Les Pruneres" .....	15
4.3.2 Elaboració de les diferents substàncies de reg .....	16
4.3.3 Disseny dels experiments .....	18
4.3.4 Anàlisi químic i estudi de les mostres a laboratori.....	21
5. RESULTATS	
5.1 Caracterització de l'orina artificial.....	26
5.2 Caracterització del sòl.....	26
5.3 Efecte de la urea al sòl i substrat	
5.3.1 Mostres sòl i substrat .....	27
5.3.2 Aigües de drenatge.....	29

5.4 Reducció de l'efecte de la urea al sòl i substrat	
5.4.1 Mostres sòl i substrat .....	30
5.4.2 Aigües de drenatge.....	31
5.5 Reducció de l'impacte de la urea al sòl i substrat, un cop ja afectat	
5.5.1 Mostres sòl i substrat .....	32
5.5.2 Aigües de drenatge.....	34
5.6 Replantació dels sòls, un cop aquests se'ls ha reduït l'impacte	
5.6.1 Mostres sòl i substrat .....	35
5.6.2 Aigües de drenatge.....	36
5.7 Estudi de la part vegetal .....	36
6. CONCLUSIONS I VALORACIÓ PERSONAL	
6.1 Conclusions.....	38
6.2 Valoració personal.....	39
7. AGRAÏMENTS .....	40
8. BIBLIOGRAFIA	
8.1 Publicacions i llibres.....	41
8.2 Portals webs.....	41

## ANNEXOS

1. Documentació bibliogràfica
2. Llistat de materials
3. El treball en imatges
4. Informe preliminar
5. Pràctiques de laboratori



## 1.INTRODUCCIÓ

Per què la gespa que envolta els arbres és groga o està morta? L'orina canina és la causa d'aquest fenomen? Quina substància de l'orina canina mata la gespa? Afecta per igual a tot tipus de gespa i de sòl? Creu que l'orina canina té un impacte mediambiental que es pot solucionar? En relació amb aquesta qüestió, es creu que el fet de trobar zones de gespa morta o afectada en parcs (fig.1) és un fenomen causat per gossos i que sempre ha estat així i ho serà en zones freqüentades.



*fig.1. Imatge de l'estat d'un parterre del c/ Tarragona de Barcelona afectat per l'orina canina.  
font: pròpia*

Amb la realització d'aquest treball pretenc analitzar els diferents efectes tòxics que es produeixen en parcs quan un gos orina en les zones de vegetació. La metodologia i el procés emprat en el projecte, el realitzaré en els laboratoris del departament de fisiologia vegetal de la Universitat de Barcelona, on gràcies als seus materials i màquines, podré realitzar una anàlisi del sòl i de la gespa precis i acurat.

Aquest estudi va sorgir al fer unes estades al Parc Científic de Barcelona (fig.2 i 3), on es van comentar inquietuds i temàtiques per a possibles estudis. Una d'aquestes, va ser la toxicitat canina en parcs, proposta que personalment em va cridar l'atenció, ja que tinc un gos, hi he viscut la problemàtica des de ben a prop.



*fig. 2 i 3. Fotografia d'un moment de l'estada al Parc Científic de Barcelona.  
font: pròpia*

El tema, es va començar a desenvolupar en l'antic treball de recerca de secundària, un treball senzill, en el qual es presentaven unes primeres proves de l'afecció de l'orina canina en mostres de gespa plantada en substrat. Al finalitzar-lo, em vaig posar en contacte amb el departament de fisiologia vegetal de la Universitat, on, amb la doctora Núria Roca es va estudiar la viabilitat del projecte. Aquestes trobades van ser positives, i es van dissenyar nous experiments per a estudiar en profunditat la problemàtica.

Quant a la bibliografia consultada, els documents consultats han estat de continguts molt diversos, però poc específics en relació amb les causes de mortalitat de la gespa i l'afecció del sòl per l'acció de l'orina de gos. D'una banda, hem trobat que la urea és la principal substància química de l'orina canina que mata la gespa i afecta el sòl o substrat. De l'altra, hem volgut buscar algun tipus de gespa que fos comú i que l'orina canina no la mates, però aquesta investigació no ha donat fruits. Les solucions que es proposen es basen a ensinistrar al gos on i com ha de fer la seva necessitat. Finalment s'ha decidit buscar el procés en el sòl al haver-hi un excés d'urea, recerca fructífera, i que ha partir d'ella em decidit començar a treballar.

La temàtica plantejada del projecte abasta continguts relacionats amb la química, la biologia i les ciències del sòl. Els continguts són els següents:

- **Química:** creació i caracterització de diferents substàncies químiques, tot utilitzant diferents productes químics, per als experiments realitzats.
- **Biologia:** estudi de les diferents mostres de gespa utilitzades, a més dels diferents pigments presents en les parts aèries de les mateixes.
- **Ciències del sòl:** determinació de les propietats convencionals del terra d'un parc urbà i d'un substrat artificial.

Per a una millor organització del treball, aquest es divideix en dos blocs, un de contingut més teòric i un de segon més pràctic, tot seguint el mètode científic:

- **Bloc I (Marc teòric):** es fa una introducció dels diferents conceptes que treballarem en el projecte, bàsicament estructurat en dues grans subunitats:

l'anàlisi del sòl i substrat, i l'estudi de la part aèria (pigments). En relació amb el primer, es defineix el sòl, (horitzons) i es parla de les seves propietats i de l'acció de la urea emmarcada en el cicle de nitrogen. Pel que respecta a la segona part, se centra bàsicament en els efectes fitotòxics de la urea sobre les parts verdes (fulles).

- **Bloc II:** aquest bloc consta de la part pràctica i/o aplicada del treball i està dividida en diferents punts, seguint les pautes del mètode científic.
  - **Materials i mètode:** descripció dels diferents materials utilitzats mitjançant taules i imatges i del procés que s'ha utilitzat al llarg de tot el treball per obtenir els resultats. Seguint els dos grans blocs del treball: estudi del substrat i/o sòl i de la part aèria.
  - **Resultats i discussió:** presentació i discussió dels resultats obtinguts a partir de la fase experimental. Per tenir una coherència, la seva estructuració és la mateixa que la de la metodologia seguida.
  - **Conclusions:** presentació dels punts més rellevants de la investigació desenvolupada.
  - **Bibliografia:** referència dels llibres, articles i les diferents pàgines web, consultat en la realització del treball. Se seguirà el mètode de Harvard.
  - **Agraïments:** on se citen les diferents persones que han col·laborat en la realització del nostre projecte.

Finalment, s'adjunten els annexos corresponents amb imatges, gràfics i informació que no s'ha pogut incloure dins del propi treball.

## 2.PREGUNTES, HIPÒTESIS I OBJECTIUS

Tal com s'ha plantejat a la introducció, les preguntes que han motivat el present estudi són les següents:

- És l'orina canina la causant de la mort de la gespa en parcs i jardins? Quina és la composició d'aquesta orina?
- Quines són les propietats del sòl afectades per l'orina? L'efecte, és reversible?
- Afecta per igual a tot tipus de gespa i de sòl?
- La planta, pot sobreviure en un sòl afectat?
- L'orina canina té un impacte mediambiental?

En relació a les preguntes inicials plantejades, les hipòtesis del nostre projecte són:

- La urea és la principal substància de l'orina canina que afecta el sòl i mata la gespa dels parcs i jardins.
- La salinitat, el pH i el contingut de nitrogen són 3 de les principals propietats del sòl afectades.
- Cap dels canvis en la salinitat, el pH i el contingut de nitrogen són permanents.
- L'orina canina té efectes semblants a qualsevol tipus de gespa i sòl/substrat.
- Els efectes de l'orina canina són similars als que provoquen l'aplicació de purins i fertilitzants als sòls.
- L'eutrofització és l'impacte mediambiental més rellevant de l'aplicació de nitrogen al sòl.

Per a demostrar les hipòtesis plantejades anteriorment, s'han plantejat els següents objectius:

- Simular l'orina canina natural en un compost artificial.
- Aplicar diferents concentracions del compost artificial en el sòl i substrat i estudiar les variacions entre elles.
- Mostrejar i caracteritzar un sòl del "Parc de les Pruneres" de Lliça de Vall i caracteritzar un substrat comercial.



- Realitzar un seguiment de pH i conductivitat a aigües i sòls/substrats en un període determinat de temps.
- Reduir l'impacte del compost artificial en un sòl o substrat ja afectat i observar la germinació i el creixement d'una nova plantació.
- Analitzar la variació de pigments vegetals en diferents mostres afectades i no-afectades per orina canina.

### 3. MARC TEÒRIC

#### 3.1. Què és la urea?

L'orina de gos està composta per urea, creatina, àcid úric, carbohidrats, enzimas, àcids grassos, hormones, sodi, potassi, clorur, magnesi, calci i amoníac, entre les quals destaca la urea,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , una substància que sorgeix del metabolisme de les proteïnes i que l'organisme ha d'eliminar (fig. 4). Donada la gran quantitat de nitrogen que presenta, en condicions normals és un nutrient bàsic per a les plantes, que també s'utilitza com a fertilitzant i com a eina de creixement sobretot en camps agrícoles, però que en excés actua negativament.

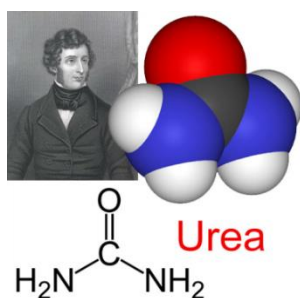


Fig. 4. Estructura química de la urea, acompanyada amb un retrat del seu descobridor, el químic Friedrich Wöhler.

font: <http://timerime.com/es/evento/2314119/SINTESIS+DE+LA+UREA++SINTESI+DELLUREA/>

La urea és un compost nitrogenat que forma part de l'orina, amb una proporció d'uns 40 g/L (<http://pardoje2.wordpress.com/2012/11/01/de-los-perros-y-sus-orines>) o 80% del total del nitrogen en l'orina. Atès que aquests no ho poden sintetitzar, l'origen d'aquest compost és metabòlic, a causa de la degradació per digestió d' aminoàcids a partir de proteïnes. Segueix un procés de reaccions químiques de tipus catabòlic (Complutense Editorial, 2000) que es coneix com a cicle de la urea (fig. 5).

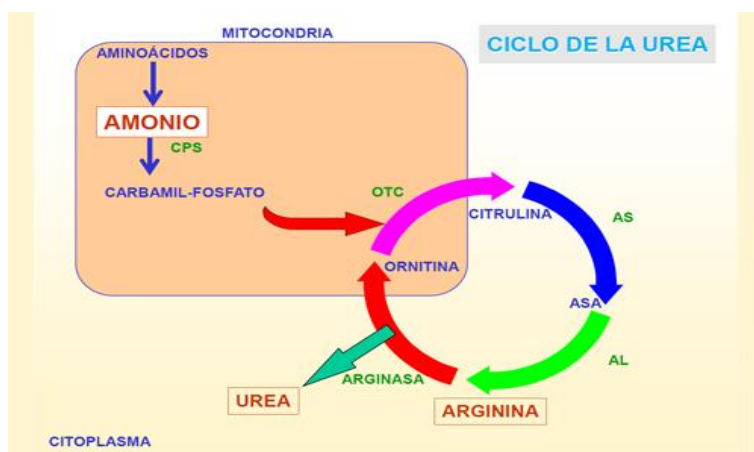


fig. 5. Esquema general del cicle de la urea.

font: [www.quiametabolica.org](http://www.quiametabolica.org)

Aquest cicle té lloc en la mitocòndria i en el citoplasma de la cèl·lula, en les cèl·lules hepàtiques o hepatòcits. El seu objectiu principal és l'eliminació de deixalles nitrogenades en forma d'amoni, provinent dels aminoàcids ingerits en la dieta. No tots són eliminats; únicament els sobrants i no utilitzats pel cos. Posteriorment a la formació de l'amoni, aquest es pot eliminar amb un procés cíclic en el citoplasma dels hepatòcits en forma d'urea (<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000372.htm>).

### 3.2.El Cicle del Nitrogen

Una vegada que la urea s'elimina de l'organisme, aquest compost passa al medi ambient i entra en el cicle del nitrogen (fig. 6), un dels cicles biogeoquímics bàsics i que permeten una interacció entre l'ésser viu i el medi que l'envolta ([http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_biogeoqu%C3%ADmico](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_biogeoqu%C3%ADmico)).

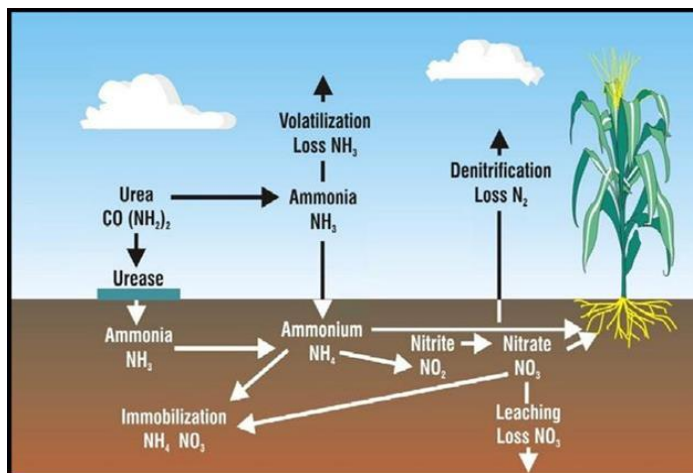
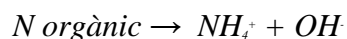


fig. 6. Esquema del cicle del nitrogen i com la planta l'absorbeix via arrels

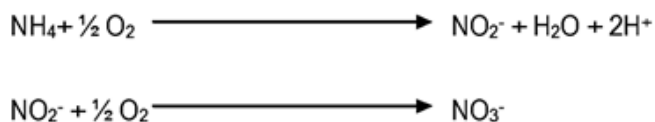
font:<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/01/87993>

En el cas dels organismes ureolítics (aquells que eliminen el nitrogen en forma d'urea, com els mamífers), la urea arriba al medi ambient en forma d'orina. Aquí, aquesta és descomposta mitjançant l'enzim ureasa en amoni i s'incorpora al sòl. La major part del N d'origen orgànic és reciclat per donar nitrogen mineral: nitrogen en forma d'amoniac, nitrogen en forma de nitrits i nitrogen en forma de nitrat (Bonneau i Souchier, 1987). Aquestes reaccions químiques estan englobades dins el procés anomenat mineralització. La mineralització és un procés que es produeix en dues etapes: primer la amonificació i posteriorment la nitrificació (Conti i Giuffré, 2011):

- **Amonificació:** s'hidrolitzen les proteïnes i aminoàcids de la fracció orgànica del sòl per produir amoni ( $\text{NH}_4^+$ ). És una reacció alcalina i està influenciada per la temperatura, humitat, pH i ventilació de l'ambient. Una àmplia gamma de fongs, bacteris i actinomicets efectuen la amonificació.



- **Nitrificació:** l'amoni és oxidat per passar a nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) i després a nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). La reacció es duu a terme entre 5 i 40 ° C encara que l'òptim és als 25 ° C en condicions de zona temperada i de 35 ° C en condicions tropicals. La reacció neutra o alcalina del sòl afavoreix la nitrificació. Aquesta reacció es realitza en condicions aeròbiques i el nivell òptim d'humitat està en el 60% de la màxima capacitat de retenció hídrica del sòl. La nitrificació és realitzada per la família de bacteris *Nitrobacteriaceae*.



El nitrogen assimilable per les plantes es presenta en forma de catió amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) i sobretot, d'anió nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), però la poca força elèctrica de tots dos ions determina la seva escassa presència absorbida. Això fa que es trobin en la solució edàfica precàriament ja que en no participar en els processos d'intercanvi són ràpidament absorbits per les arrels o s'eliminen amb les aigües de drenatge.

Aquesta incorporació a la planta sol ser positiva, ja que el nitrogen es considera un oligoelement, un macronutrient (fig. 7) que, en les quantitats adequades, permet a la planta créixer. En cas contrari, un excés pot provocar toxicitat a la planta.

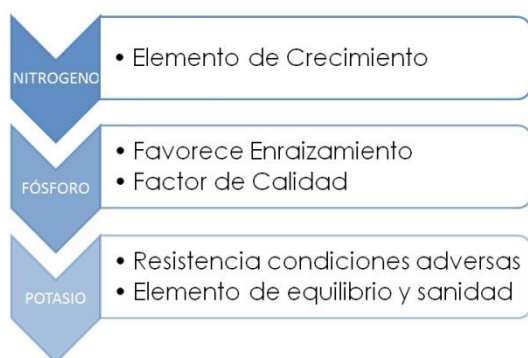


fig.7 Funció d'algun dels micronutrients més importants per a les plantes.

font: [www.abonosespeciales.com](http://www.abonosespeciales.com)

### 3.3. El sòl

#### 3.3.1. El sòl

El sòl es defineix com un cos natural compost de sòlids (minerals i matèria orgànica), líquids i gasos que es troba sobre la superfície de la terra amb la presència d'horitzons o capes que es distingeixen del material inicial com a resultat d'addicions, pèrdues, transferències i transformacions d'energia i matèria (fig. 8) i amb l'habilitat de suportar plantes arrelades en un ambient natural (*Soil Survey Staff, 2010*). Tanmateix, s'utilitzen substrats artificials, tant en agricultura com en jardineria, que permeten accentuar aquelles propietats que afavoreixen la nutrició vegetal.

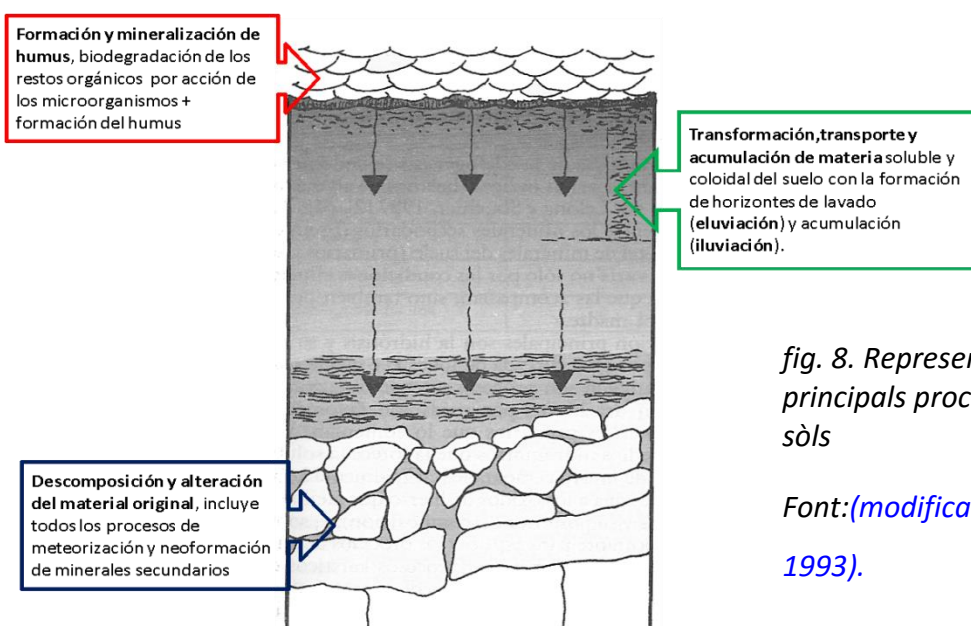


fig. 8. Representació dels tres principals processos formadors de sòls

Font: *(modificat de Cobertera, 1993)*.

Aquest substrat vegetal artificial (fig 9.) és assimilable l'horitzó amb major contingut de matèria orgànica, l'horitzó A d'un sòl (fig 10.). Els horitzons O consisteixen en l'acumulació de fullaraca no descomposta o parcialment descomposta, es troben en zones boscoses i són horitzons orgànics. Pel que fa als horitzons A ja són horitzons inorgànics, que acumulen matèria orgànica humificada barrejada amb la fracció mineral i amb les propietats resultants d'activitats com el conreu o el pasturatge. Els horitzons B, C i R són importants per a aquest treball per la influència que tenen en les aigües de drenatge dels sòls (Brady i Weil, 2008).



fig. 9. Exemple de substrat universal.

font: [pròpia](#)

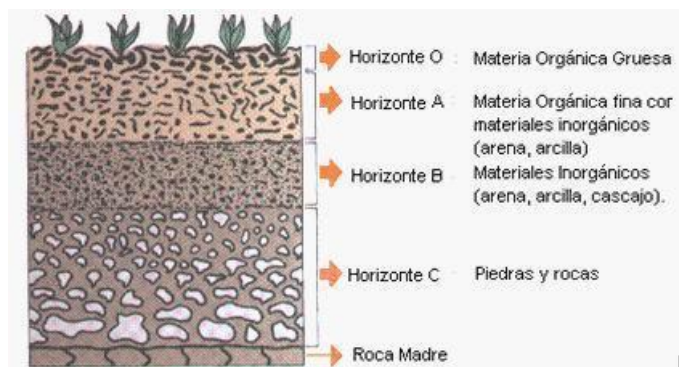


fig. 10. Esquema general dels horitzons

font: [bloggersuelo.blogspot.com](http://bloggersuelo.blogspot.com)

L'horitzó superficial és la zona més activa des del punt de vista bioquímic i, per tant, de referència per a l'absorció de nutrients per part de les arrels de la planta. Aquests esdeveniments fan que sigui de gran importància per al vegetal. Hi ha una gran interacció entre els éssers vius que ajuden a la descomposició i transformació de la matèria orgànica com a conseqüència de l'activitat biològica, a més de la participació de l'aigua com a agent dissolvent (<http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/form2.htm>).

### 3.3.2. El sòl i l'addició d'urea

La urea és un compost soluble en aigua i com a tal, acompanya aquesta en el seu recorregut al llarg del gruix del sòl o del substrat vegetal. Quins efectes té, llavors, la urea sobre el sòl? Seguint el camí vist en el gràfic del cicle del N (fig. 6), la urea penetra al sòl dissolta en l'aigua. Quan la urea es troba al sòl, aquesta es descompon per hidròlisi en amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) i anió bicarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) molt ràpidament (Fuentes, 1997). Una part del nitrogen amoniacal format pel procés d'amonificació pot perdre's en forma d'amoníac que passa a l'atmosfera. La urea es transforma en bicarbonat o carbonat d'amoni en el sòl, sal inestable que pot donar a pèrdues per volatilització. En un estudi realitzat l'any 2009 pel grup INTA Pergamí de la Universitat Catòlica Argentina (<http://www.slideshare.net/Fertil2009/reaccion-en-el-suelo-de-la-urea>), la pèrdua per volatilització pot arribar al 30% en valor de N en conreus. Això és especialment important en sòls amb carbonats i pobres en matèria orgànica i per evitar-ho s'aconsella que el sòl estigui humit per tal de facilitar la penetració ràpida al

sòl. La urea no és retenguda al sòl i penetra al sòl amb la mateixa facilitat que un nitrat (Martínez et al., 2011). Aquesta primera reacció d'amonificació provoca una variació en el pH del voltant del grànul d'urea (fig. 12), aspecte que afavoreix l'eliminació de l'amoni cap a l'atmosfera.

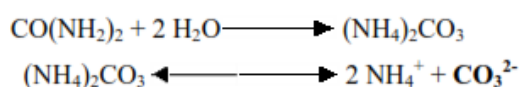
Segons fig.11 per a sòls amb una important quantitat de matèria orgànica, com passa amb els substrats vegetals estàndard per a jardineria, es recomana no posar més de 30 kg de N (una mica més de 65 kg d'urea, tenint en compte que aquesta presenta un percentatge en massa del 46% de N pur,) per cada Ha de terreny. En el nostre cas, per a una superfície d'uns 50 cm<sup>2</sup>, el valor hauria de ser d'uns 0,3 g d'urea.

Fuente	Forma química nutriente	Reacción
Urea	CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Alcalina (pH:8.5-9)
NA	NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>	Neutra (pH: 6.5-7)
SA	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mod. Ácida (pH 5)
UAN	Solución Urea + NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>	Mod. Alcalina (pH:7-7.5)
MAP	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Mod. Ácida (pH:3.5)
DAP	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Alcalina (pH: 8).
SFT	Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Acida (pH:1.5)
SFS	Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> y Ca SO <sub>4</sub> · n H <sub>2</sub> O	Acida (pH:2-3)

fig. 11. Principals fertilitzants i la seva reacció en el sòl.

font:<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/04/01/87993>

De tota manera, també s'ha de considerar una propietat important del sòl: la seva capacitat tampó, és a dir, amortidor del pH. Encara posant substàncies que puguin variar aquest pH, el sòl és capaç de mantenir-lo en un cert equilibri ([http://www.agropalsc.com/productos agricultura des.shtml](http://www.agropalsc.com/productos_agricultura_des.shtml) ). L'efecte de la urea en la variació del pH té una tendència a una certa basicitat, com es pot observar en les reaccions químiques que tenen lloc i que s'han explicat prèviament:



Però el procés continua i l'amoníac es transforma en nitrats i nitrits, alliberant protons (H<sup>+</sup>) al medi, tenint un comportament final de caràcter àcid.



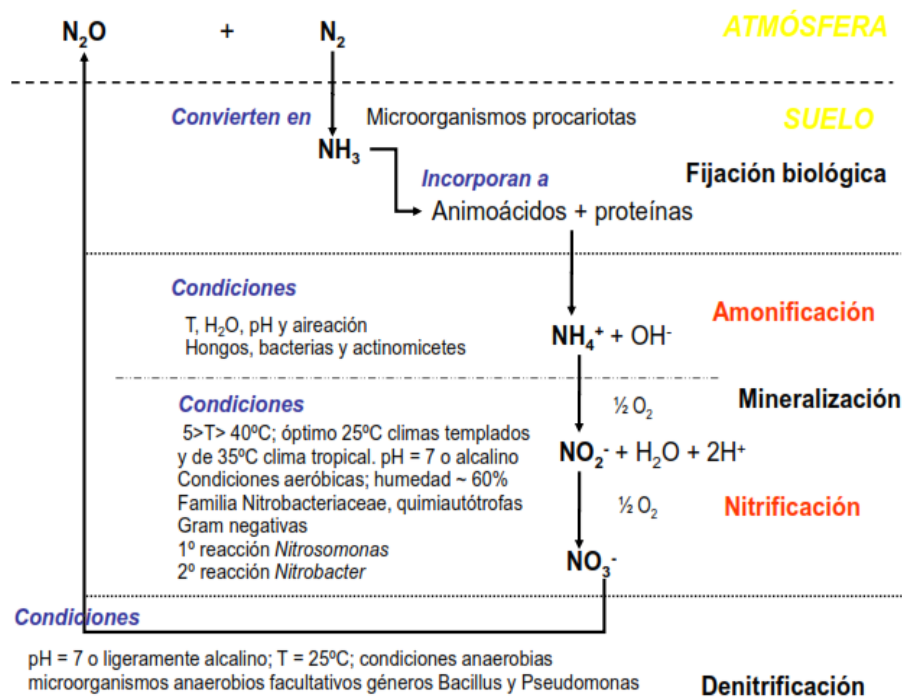


fig. 12. Esquema general dels canvis químics i les condicions en què es produeixen aquests canvis, durant el cicle del N

font: comunicació personal N. Roca.

La mobilitat de qualsevol forma mineral al sòl es relaciona directament amb la seva solubilitat (més soluble, més mòbil) i amb la relació que estableix amb la fase sòlida del sòl (més interacció, menys mobilitat). Els nitrats, a més a més de ser solubles, presenten una escassa interacció amb la fase sòlida (són anions en un medi que té els col·loides de càrrega principalment negativa), per tant el nitrogen és molt fàcilment lixiviable (Felipó, 1987). Per tant, un dels problemes ambientals més greus relacionats amb el cicle del nitrogen és l'acumulació de nitrats en el subsòl que, per lixiviació, poden incorporar-se a les aigües subterrànies i originar l'eutrofització de les aigües. L'altre efecte negatiu de l'aplicació de dosis elevades de residus líquids com ara la urea, és la salinització dels sòls, reduir la germinació i el creixement de les plantes, i desestabilitzar l'estructura del sòl cosa que repercutirà en la disminució de la seva capacitat d'infiltració (Felipó, 1987)

### 3.4. L'eutrofització de les aigües

L'eutrofització és un procés biològic i químic que pateixen les aigües (normalment estancades) a les quals hi ha una acumulació de sals minerals i nutrients, que comporta un creixement massiu d'algues. Aquest creixement d'algues i altres plantes verdes produeix un consum elevat d'oxigen i la seva reducció al medi aquàtic i



a més a més, es redueix la incidència de la radiació solar per sota de la superfície (fig.13). Aquest fenomen es produeix quan les aigües tenen concentracions de nitrogen inorgànic superior a 0.3 mg/L (Felipó, 1987).

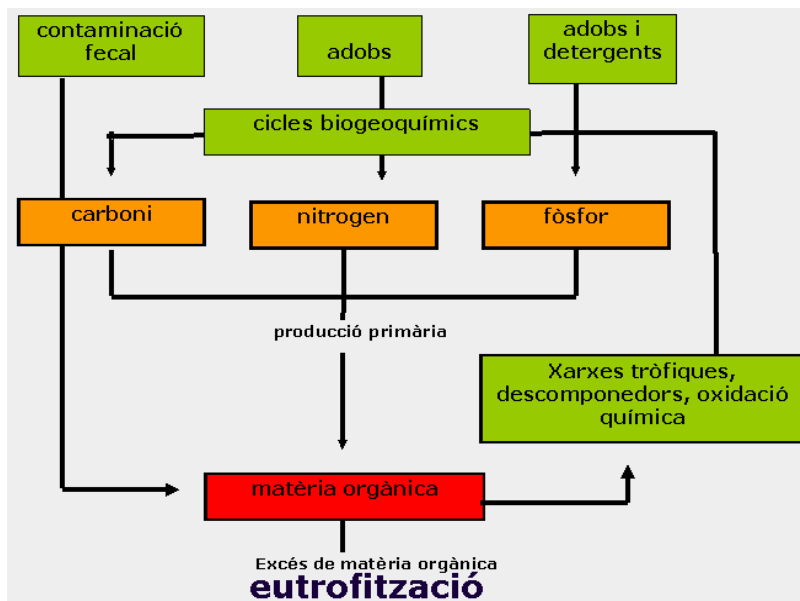


fig13. esquema del procés d'eutrofització.

font:

<https://sites.google.com/a/xtec.cat/regursos-de-ciencies/hidrosfera/qualitat-de-l-aigua/eutrofitzacio>

### 3.5.Toxicitat per urea (nitrogen) en les plantes

El concepte de toxicitat es refereix a tot aquell excés d'incorporació d'una substància i que provoca un efecte negatiu sobre l'organisme. Les formes nitrogenades més tòxiques per a l'home i per als animals són els nitrats, que es troben en baixa concentració en la solució del sòl, mentre que els nitrats més abundants són reduïts a nitrats en el tracte intestinal. L'Organització Mundial de la Salut ha establert a 10 mg/L el contingut màxim de N-NO a les aigües potables i en 75 mg/L en els aliments (<http://www.elaguapotable.com/Los%20nitratos%20y%20los%20nitritos%20y%20el%20agua%20de%20consumo.pdf>). En el cas de les plantes, concentracions excessives de nitrogen aportades per l'orina dels gossos pot actuar de forma molt negativa sobre la planta, tot produint fitotoxicitat química i provocant la seva mort (fig. 14).



fig. 14. Espai d'un jardí afectat per l'orina dels gossos.

font: pròpia

Les plantes, en general, tenen al voltant del 5% del pes sec en forma de N. Principalment s'acumula en parts joves, ja que a mesura que avança l'envelliment de la mateixa, aquest nitrogen es va substituint per carboni, augmentant la relació C / N a la planta. El nitrogen és absorbit per les plantes tant en forma de nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) com d'amoni ( $\text{NH}_4^+$ ). En general, les plantes joves utilitzen preferentment l'amoni, mentre que durant l'etapa de màxim creixement absorbeixen nitrat. Aquest nitrat és reduït fins a la forma amoni ( $\text{NH}_4$ ), que posteriorment s'assimila per formar aminoàcids, proteïnes, àcids nucleics, bases nitrogenades, nucleòtids, amides i amines. També forma part d'hormones com les citocinines, poliamines o auxines indoliques. La molècula de clorofil·la conté N, per tant una deficiència de N provocarà símptomes de clorosi. A més, com les proteïnes es sintetitzen i degraden contínuament i el N es mou de les parts velles de la planta a les fulles joves, els símptomes de deficiència es manifesten en primer lloc a les fulles velles. S'observa un engrogiment que continua a mesura que la planta envelleix i ve acompanyat de marciment i mort accelerada de les fulles velles (Fisiologia Vegetal UB, 2015).

Els efectes de la fertilització excessiva de nitrogen a les plantes estan principalment condicionats per dos aspectes: per una banda, la variació del pH del sòl (acidificació o bé alcalinització depenent del tipus de compost de nitrogen aplicat) i per l'altra banda, per la salinització del sòl. El terme salinitat es refereix a la presència al sòl d'una elevada concentració de sals que perjudiquen la planta tan pel seu efecte tòxic (estrès iònic) com per la disminució del potencial hídric del sòl (estrès osmòtic). A més, qualsevol ió a una determinada concentració pot ser tòxic per la planta. Cal remarcar que les plantes de diferents espècies mostren diferent sensibilitat a les sals, i que les diferents varietats cultivables d'una mateixa espècie també. L'estrès osmòtic influeix sobre el creixement vegetal de manera que les plantes tenen dificultat per absorbir aigua.

## 4.VARIABLES, MATERIALS I MÈTODE

### 4.1.Descripció de les variables estudiades

Les variables que s'han estudiat en el present projecte d'investigació són:

#### Sòl i substrat:

- **pH:** es mesura la quantitat d'acidesa o alcalinització de les aigües de drenatge.  
Variable quantitativa. Mesura: sense unitats.
- **Conductivitat elèctrica:** es mesura la salinitat en les aigües de drenatge.  
Variable quantitativa. Mesura: dS/m.

#### Aigües de drenatge:

- **pH:** es mesura la quantitat d'acidesa o alcalinització de les aigües de drenatge.  
Variable quantitativa. Mesura: sense unitats.
- **Conductivitat elèctrica:** es mesura la salinitat en les aigües de drenatge.  
Variable quantitativa. Mesura: dS/m.

#### Vegetals:

- **Variant:** depenent de la variant de gespa utilitzada (rústica o ornamental).  
Variable qualitativa. Mesura: sense unitats.
- **Pigment:** es mesura el pigment vegetal d'algunes mostres, afectades i no afectades. Variable qualitativa. Mesura: colors.

### 4.2.Materials utilitzats en el projecte

El present projecte, ha inclòs l'estudi dels sols del parc de "Les Pruneres" de Lliça de Vall, un substrat vegetal d'ús comercial, dues variants de gespa ( una de rústica i un altre de decorativa) i les aigües de drenatge obtingudes del sòl i substrat en les safates de recol·lecció. Els corresponents materials per a cada estudi, estan en forma de taula i imatges en l'ANNEX -2, per a què el treball estigui més adequat a la normativa.

### 4.3.Mostreig i disseny de l'experiment

#### 4.3.1.Mostreig del sòl del parc "Les Pruneres"

Al parc de "Les Pruneres" de Lliça de Vall, es van realitzar dos mostreigs al llarg de projecte. El primer mostreig realitzat en el parc, va consistir en la identificació d' un

punt afectat i un altre no afectat per l'orina canina. Un cop identificats els dos punts, es va procedir a la realització de l'extracció d'un perfil no pertorbat amb una sonda per a la descripció de camp i del mostreig vegetal a les mateixes zones que el sòl. En acabar, les mostres de sòl es van posar en bosses, que posteriorment serien portades a laboratori on es van estendre per l'assecament a T ambient i els posteriors anàlisis químics. Les mostres vegetals, també van ser portades a laboratori per al seu estudi.

Un cop caracteritzades les dues mostres de sòl a laboratori, es va procedir a la realització d'un segon mostreig que consistia en l'obtenció de l'horitzó superficial (0-10 cm) de la mostra de sòl no afectada. Es van recollir aproximadament uns 10 kg que serien utilitzats per a la realització dels diferents experiments dissenyats en el treball.

#### 4.3.2. Elaboració de les diferents substàncies de reg

##### Orina artificial:

La dificultat que presentava la recollida d'orina real era molt gran, l'única forma viable era mitjançant una sonda que li introdueix al gos pel seu aparell reproductor i extreu la substància amb facilitat (fig.16), però el veterinarí corresponent del gos, ens va aconsellar no fer-ho més vegades, ja que podria ser perjudicial per a la salut de l'animal. Necessitàvem molta quantitat d'orina, i la solució que vam escollir va ser fer-la de manera artificial. El mateix veterinarí va explicar que la urea era la principal substància de l'orina de gos que afectava la planta. Així doncs mitjançant urea en pols (fig.17) i aigua destil·lada, es va crear la corresponent orina artificial per als diferents experiments.



fig. 16. Orina canina aconseguida per sondatge. font: pròpia



fig.17 . Urea en pols per a l' orina artificial. font: pròpia

Segons la bibliografia consultada, a cada litre d'orina canina li correspon 40 grams d'urea en pols, i cada gos orina 0,5 litres de substància al dia (fig. 18). Amb aquestes dues dades, vam realitzar la nostra orina artificial, i vam aplicar les quantitats correctes a cada parcel·la estudiada.

Gos: 20-50 ml d'orina/kg pes al dia = <b>35 ml per kg de pes</b>
Gos mitjà: 15-20 kg = <b>15 kg de pes</b>
Orina: 40 grams d'urea/litre = <b>40 grams d'urea</b>
<b>35 ml x 15 kg = 0,525 litres d'orina al dia</b>
<b>0,525 litres x 40 grams: 20 grams d'urea al dia</b>

*fig.18 Quantitats mitjanes d'urea a l'orina d'un gos.*

*font:* <http://pardoje2.wordpress.com/2012/11/01/de-los-perros-y-sus-orines/>

Així doncs, l'orina artificial creada conté 40 grams d'urea en pols per litre. Aquesta mateixa va ser analitzada, i se li va comprovar el pH i la conductivitat elèctrica.

#### Aigua + bicarbonat:

Aquesta substància (aigua + bicarbonat), es va realitzar com a possible substància tampó per a neutralitzar els efectes tòxics que es produeixen quan l'orina artificial entra en contacte amb les diferents mostres.

El bicarbonat de sodi (fig. 19), aportaria carbonats a l'aigua destil·lada (substància amb la qual es barrejarà el bicarbonat), i aquest pujaria els valors de pH de les mostres estudiades.



*fig.19 Bicarbonat de sodi utilitzat en el projecte.*

*font:* [pròpia](#)

En aquest cas, com el pH de l'aigua destil·lada és neutre, i l'efecte del carbonat és alt, es va decidir aplicar per cada litre d'aigua destil·lada, 5 grams de bicarbonat de sodi. Aquest valor era inferior al de la urea en pols, ja que no volíem que els valors del pH d'aquesta nova substància fossin extremadament alts.

Així doncs, la substància aigua+bicarbonat, contenia per cada litre d'aigua, 5 grams de bicarbonat. Aquesta mostra també es va analitzar, tot mesurant el valor del pH i de la conductivitat elèctrica.

#### 4.3.3. Disseny dels experiments

En el present treball, s'ha dut a terme la realització de 4 experiments diferents per a valorar els efectes de l'orina canina en els sols, aigües i vegetals.

- En el primer experiment s'ha simulat la incidència i l'efecte constant de l'orina en un punt concret de sòl i substrat.
- En el segon experiment s'ha valorat una menor incidència de l'orina del gos sobre un mateix punt, aplicant una orina canina diluïda.
- En el tercer experiment, s'ha buscat la reducció de l'impacte de l'orina canina en el sòl, un cop aquest ja està afectat.
- En el 4 experiment, s'ha fet una replantació en el sòl, un cop s'ha reduït l'impacte de l'orina.

Davant la impossibilitat d'aconseguir orina canina artificial, s'ha utilitzat l'orina canina d'origen artificial.

##### Experiment 1:

Les mostres de sòl i substrat estudiades en aquest primer experiment, serien sotmeses a regs amb aigua destil·lada i orina canina artificial alternativament. Aquests regs, d'uns 250 ml/reg, es realitzaven matí i tarda. El procés seria realitzat durant 4 períodes de 6 dies durant el mes de Juliol i Agost (fig. 20). En finalitzar cada període, 1 de les 4 rèpliques de sòl i substrat de cada tipus de plantació seria retirada a laboratori per el seu anàlisi. Així mateix, al finalitzar cada període, es recullen dues mostres d'aigües de drenatge per a cada tipus de mostra; una corresponent a la recollida dels tres dies de reg amb aigua, i un altre corresponent a la recollida dels tres dies de reg amb l'orina canina artificial.

PERÍODE 1	<u>DIA 16</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 17</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 18</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 19</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 20</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 21</u> MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 2	<u>DIA 22</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 23</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 24</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 25</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 26</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 27</u> MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 3	<u>DIA 28</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 29</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 30</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 31</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 1</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 2</u> MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 4	<u>DIA 3</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 4</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 5</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 6</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 7</u> MATI: urea TARDA urea	<u>DIA 8</u> MATI: aigua TARDA aigua

fig.20 Taula de seguiment dels diferents regs de l'experiment 1

font: pròpia

Únicament en aquest experiment, s'ha realitzat el mostreig de la part aèria de les dues variants de gespa per la determinació dels seus pigments vegetals a laboratori.

Experiment 2:

En aquest segon experiment, s'han utilitzat dues mostres; una de sòl i un altre de substrat. Aquestes mostres han estat sotmeses a regs amb orina canina artificial (diluída) i aigua destil·lada, d'uns 250 ml/reg, matí i tarda. El procés seria realitzat en 4 períodes de 6 dies durant el mes de Setembre, i en el primer dia de cada període, s'aplicava el reg d'orina canina artificial (diluída). Pel que fa als altres 5 dies de període, s'aplicava el reg amb aigua destil·lada (fig.21).

PERÍODE 1	<u>DIA 6</u> MATI: urea (diluída) TARDA urea (diluída)	<u>DIA 7</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 8</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 9</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 10</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 11</u> MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 2	<u>DIA 12</u> MATI: urea (diluída) TARDA urea (diluída)	<u>DIA 13</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 14</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 15</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 16</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 17</u> MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 3	<u>DIA 18</u> MATI: urea (diluída) TARDA urea (diluída)	<u>DIA 19</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 20</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 21</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 22</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 23</u> MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 4	<u>DIA 24</u> MATI: urea (diluída) TARDA urea (diluída)	<u>DIA 25</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 26</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 27</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 28</u> MATI: aigua TARDA aigua	<u>DIA 29</u> MATI: aigua TARDA aigua

fig.21 Taula de seguiment dels diferents regs de l'experiment 1

font: pròpia

Aquest cop, les dues mostres estudiades, serien analitzades al finalitzar els 4 períodes, i serien retirades a laboratori. No obstant, al finalitzar cada període, s'han recollit les aigües de drenatge de cada una de les dues mostres, que han estat portades a laboratori per el seu anàlisi químic.

En aquest mateix experiment, s'ha realitzat una variant de reg, on les mostres analitzades serien regades només el primer dia de tot l'experiment amb l'orina diluïda, i tots els altres amb aigua destil·lada. També s'han recollit les aigües de drenatge, i les mostres s'han estudiat al final dels 4 períodes.

### Experiment 3:

La durada d'aquest tercer experiment serien 5 períodes de 6 dies durant el mes d'Agost i Setembre (fig.22). Durant els 2 primers períodes (12 primers dies), les mostres de sòl i substrat analitzades, serien sotmeses a regs amb aigua destil·lada + bicarbonat i orina canina artificial alternativament. Durant els 3 següents períodes (18 dies), les mostres serien sotmeses a regs d'únicament aigua destil·lada. Aquests regs, d'uns 250 ml/reg, es realitzaven matí i tarda.

PERÍODE 1	DIA 3 MATI: urea TARDA urea	DIA 4 MATI: bicarbonat TARDA bicarbonat	DIA 5 MATI: urea TARDA urea	DIA 6 MATI: bicarbonat TARDA bicarbonat	DIA 7 MATI: urea TARDA urea	DIA 8 MATI: bicarbonat TARDA bicarbonat
PERÍODE 2	DIA 9 MATI: urea TARDA urea	DIA 10 MATI: bicarbonat TARDA bicarbonat	DIA 11 MATI: urea TARDA urea	DIA 12 MATI: bicarbonat TARDA bicarbonat	DIA 13 MATI: urea TARDA urea	DIA 14 MATI: bicarbonat TARDA bicarbonat
PERÍODE 3	DIA 15 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 16 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 17 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 18 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 19 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 20 MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 4	DIA 21 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 22 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 23 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 24 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 25 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 26 MATI: aigua TARDA aigua
PERÍODE 5	DIA 27 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 28 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 29 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 30 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 31 MATI: aigua TARDA aigua	DIA 1 MATI: aigua TARDA aigua

fig.22 Taula de seguiment dels diferents regs de l'experiment 3

font: [pròpia](#)

Al finalitzar cada període, 1 de les 4 rèpliques de sòl i substrat de cada tipus de plantació seria retirada a laboratori per el seu anàlisi. Així mateix, al finalitzar cada període dels 2 primers, es recullen dues mostres d'aigües de drenatge per a cada tipus de mostra; una corresponent a la recollida dels tres dies de reg amb aigua +



bicarbonat, i un altre corresponent a la recollida dels tres dies de reg amb l'orina canina artificial. En els 3 períodes següents, la recollida d'aigües seria una per a cada període i per a cada tipus de mostra, donat que només apliquem aigua destil·lada.

#### Experiment 4:

En aquest quart i últim experiment, s'ha replantat mostra vegetal en diferents parcel·les afectades de sòl i substrat de l'experiment 3, un cop aquest ha finalitzat. Aquestes replantacions han estat regades durant dues setmanes (fins al seu creixement), dos cops cada dia, mati i tarda 250 ml/reg), amb únicament reg d'aigua destil·lada (fig.23).

	<b>DILL.</b>	<b>DIM.</b>	<b>DIMC.</b>	<b>DIJ.</b>	<b>DIV.</b>	<b>DISS.</b>	<b>DIUM.</b>
<b>REC</b>	<u>MATI:</u> aigua <u>TARDA</u> aigua	<u>MATI:</u> aigua <u>TARDA</u> aigua	<u>MATI:</u> aigua <u>TARDA</u> aigua	<u>MATI:</u> aigua <u>TARDA</u> aigua	<u>MATI:</u> aigua <u>TARDA</u> aigua	<u>MATI:</u> aigua <u>TARDA</u> aigua	<u>MATI:</u> aigua <u>TARDA</u> aigua

fig.23 Taula de seguiment dels diferents regs de l'experiment 4

font: [pròpia](#)

Un cop les mostres han crescut i han finalitzat aquestes dues setmanes, una rèplica de sòl i un altre de substrat han estat portades a laboratori per al seu estudi. L'aigua escolada en aquestes dues setmanes, també ha estat recollida i duta a laboratori per a realitzar el seu anàlisi químic.

#### **4.3.4. Anàlisi químic i estudi de les mostres a laboratori:**

##### Mostres sòl i substrat:

Per a l'estudi de laboratori de les diferents mostres de sòl i substrat de les parcel·les i les mostrejades al camp s'han hagut d'assecar les mostres, pesar-les, disgregar els agregats i separar la fracció de terra fina (fracció < 2 mm) i la de graves (fracció > 2 mm) mitjançant un tamís de 2mm. La fracció de terra fina és la part de la mostra químicament activa i la que s'utilitza per a l'anàlisi a laboratori.

Un cop fet aquest procés, ens hem disposat a analitzar diferents paràmetres del sòl i del substrat claus en l'afecció de l'orina canina en la mostra. Els paràmetres analitzats són: pH i conductivitat elèctrica, i per les mostres de camp per tal de

caracteritzar els sòls també es va realitzar, % de carbonats, % de carboni orgànic, textura, % graves, densitat aparent i color

% graves: El % de graves s'ha estudiat per a identificar tots aquells materials més grollers de 2mm que tenen les mostres. Per al càlcul, s'ha pesat la terra fina (<2mm) i s'ha dividit pel pes total de la mostra. Finalment s'ha fet el percentatge.

$$\% \text{ Graves} = \frac{\text{pes fracció} > 2\text{mm}}{\text{pes total}} \cdot 100$$

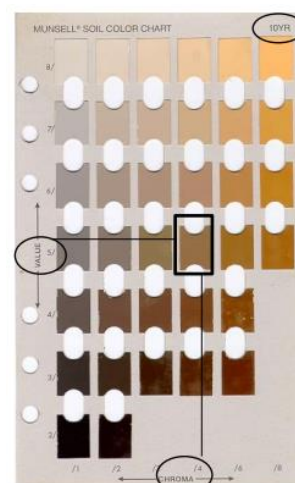
Densitat aparent: La densitat aparent s'ha estudiat per valorar el grau de compactació de les mostres. Per al càlcul, s'ha dividit el pes total de la mostra en sec entre el volum que ocupava la mateixa.

$$\text{Densitat aparent } (\delta_{ap}) = \frac{g}{\text{cm}^3} = \frac{\text{pes}_{\text{sòl sec}}}{\text{Volum}_{\text{cilindre}}}$$

pH: Els valors de pH s'han estudiat per valorar el grau d'acidesa o alcalinització del sòl. Per al càlcul, s'ha fet una suspensió aquosa en una relació 1:2,5 (10 grams de terra fina de la mostra en 25 ml d'aigua destil·lada) en el cas del sòl, i de 1:5 (10 grams de terra fina de la mostra i 50 ml d'aigua destil·lada) en el del substrat. La mescla s'ha agitat durant 5 minuts, i s'ha deixat reposar durant 30 més. Després d'aquest procés, s'ha prosseguit a la lectura del valor amb el pH-metre *CRISON microPH 2002*.

Conductivitat elèctrica: La determinació del contingut de sals més solubles que el guix s'ha realitzat amb una suspensió aquosa 1:5 de la mostra de sòl (10 grams de terra fina de la mostra i 50 ml d'aigua destil·lada) en el cas del sòl, i 1:10 (10 grams de terra fina de la mostra i 100 ml d'aigua destil·lada) en el cas del substrat. Un cop pesada la mostra i afegida l'aigua, s'ha voltejat la suspensió durant una hora, s'ha filtrat i s'ha fet la lectura amb el conductímetre *CRISON microCM 2200*.

Color: el color de les mostres s'ha analitzat per a observar la naturalesa dels components del sòl. Per la seva valoració es fa una comparació directe de la mostra amb la taula de colors *Munsell*.



% Carbonats: el contingut de carbonats s'ha realitzat pel mètode del calcímetre per tal de determinar la presència d'un dels tampons més importants del sòl. Cal pesar amb precisió (dècima de mil·ligram) una quantitat determinada de terra fina triturada dins uns potets de vidre, a més a més de pesar 50, 100, 200, 300 i 400 mg de  $\text{CaCO}_3$  per tal de realitzar una recta patró. Cal afegir líquid manomètric al dipòsit en quantitat suficient perquè ompli el calcímetre fins a la ratlla del zero. Afegir a un erlenmeyer 25 ml de HCl 6 N. Amb unes pinces llargues, s'ha d'introduir el potet de la mostra o patró a l'erlenmeyer, en posició vertical, sense que l'àcid clorhídric prengui contacte amb el seu contingut. Un cop fet, cal tancar el calcímetre i anotar el valor del punt zero del calcímetre. Per tal que comenci la reacció, cal agitar l'erlenmeyer. S'ha de produir una barreja perfecta entre l'àcid i el contingut del potet. Cal anotar el valor que marqui la columna del calcímetre.

% Carboni orgànic: El contingut de carboni orgànic s'ha realitzat pel mètode de Walkley-Black per tal de saber quina quantitat de carboni d'origen orgànic té el sòl. S'ha pesat mostra de sòl triturat i dessecat (150 mg per mostra superficial i 300 mg per mostres subsuperficials) i afegides a uns tubs de Pyrex sense tocar les parets. Posteriorment s'ha afegit 5 ml de dicromat potàssic i 7.5 ml d'àcid sulfúric amb pipeta automàtica. Un cop agitat curosament, s'ha posat el sistema de reflux i escalfat a  $155^\circ\text{C}$  durant 30 minuts. Passat els 30 minuts, es deixa refredar i es passa el contingut del tub a un erlenmeyer de 250 ml. Per tal de fer la retrovaloració, s'ha afegeixen 3 gotes de l'indicador als tubs i es valora amb sal de Mohr 0.25N amb una bureta. La reacció ha finalitzat quan s'observa el viratge de verd - blavós a rogenc.

Textures: la distribució granulomètrica de la fracció  $< 2\text{mm}$  es realitza per la pipeta de Robinson. Es pesa 20 g terra fina en pot de plàstic i s'afegeixen 40 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  20 vol per digerir la matèria orgànica. Es posa a l'estufa de  $60^\circ\text{C}$  per accelerar la reacció (cal afegir  $\text{H}_2\text{O}_2$  20 vol per aconseguir la digestió total de la matèria orgànica). Un cop digerida la matèria orgànica s'ha afegeixen 40 ml de dispersant i agitar durant tota una nit. La separació de la fracció sorra es realitza per columnes de sedassos (200  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ ) sobre la proveta. Cal rentar bé les sorres de cadascun dels sedassos. Les diferents fraccions de sorres es traspassen a uns potets de vidre per assecat-los a l'estufa de  $105^\circ\text{C}$ . Per obtenir les fraccions fines (llims i argiles) cal enrasar a 1L i

extreure tres alíquota de 25 ml amb una pipeta a diferents temps i fondàries. Pels llims grollers a temps zero i 20 cm de fondària, pels llims fins a aproximadament 4 minuts (depenent de la temperatura) i 10 cm de fondària i finalment, les argiles després de 8 hores de repòs (segons la temperatura) i 10 cm de fondària. Cal assecar els potets a l'estufa de 105°C.

#### Aigües de drenatge:

L'anàlisi químic a laboratori de les aigües de drenatge, consistia en analitzar les diferents mostres per definir la seva incidència en la mort de la planta, es per això que s'han estudiat dos dels paràmetres més importants en les aigües; el pH i la conductivitat elèctrica.

Conductivitat elèctrica: L'anàlisi de la conductivitat elèctrica s'ha realitzat per poder estudiar la salinitat en les diferents aigües de drenatge recollides. Les mostres analitzades ja a laboratori, es dipositaven en petits recipients i s'homogeneïtzaven. Un cop fet aquest procés, les mostres ha analitzar es posaven en el conductímetre CRISON microCM 2200., i es feia la lectura dels valors.

pH: L'estudi del pH en les aigües de drenatges, s'ha realitzat per observar els diferents valors d'acidesa o alcalinització de les aigües escolades en els diferents regs. Aquestes mostres, es dipositaven en petits recipients i s'homogeneïtzaven. Un cop fet el procés, es posaven el el pH-metre CRISON microPH 2002, i es realitzava la lectura.

#### Mostres vegetals:

L'estudi de laboratori consistia a analitzar els pigments de les mostres vegetals mitjançant la tècnica de cromatografia. Aquesta tècnica, a part de realitzar-la amb paper de filtre com és de costum, també s'ha realitzat en plaques de silicagel per a una millor absorció del líquid, i una visualització més potent dels diferents pigments vegetals.

Cromatografia: Per a la realització de la cromatografia, prèviament s'ha introduït en un recipient 20 g de mostra i 40 ml d'alcohol etílic de 96°. Després s'ha tallat la gespa en petits trossos per a l'alliberament de pigments.(fig.24).

Un cop fet aquest procés, les mescles s'han deixat reposar 24 hores, i a posteriori, s'ha realitzat la cromatografia introduint la placa de silica gel (o paper de filtre) en la mescla analitzada i deixant-la en absorció durant 20 minuts. Aquest procés s'ha realitzat tant en mostres afectades i no-afectades. (fig. 25).



fig.24 Moment del tall de la gespa per al millor alliberament dels seus pigments.

font: pròpia



fig.25 Aplicació d'una de les plaques de silicagel a una de les mostres estudiades.

font: pròpia

Després de la realització de la cromatografia, hem analitzat la mateixa mitjançant unes escales de color universals (fig.26) , amb les quals s'han comparat els diferents pigments (sobretot clorofil·la i xantofil·la) de les diverses mostres estudiades i les diferències entre els mateixos. Font taula de colors: <http://www.webusable.com/coloursTable.htm>

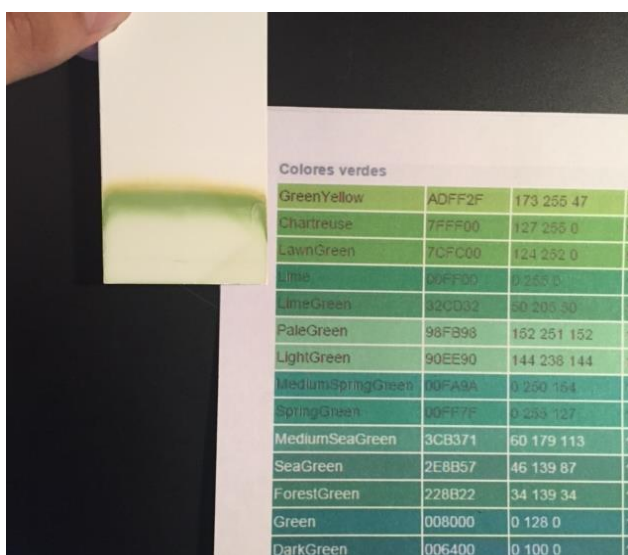


fig.26 Moment de la comparativa d'una mostra no afectada amb la taula de colors verds.

font imatge: pròpia

## 5.RESULTATS

### 5.1.Caracterització de l'orina artificial

	pH	Conductivitat (dS/m)
ORINA ARTIFICIAL	7	0,4

Com es pot observar a la taula adjunta, l'orina artificial creada per als diferents regs té un pH neutre, i una conductivitat no salina.

### 5.2.Caracterització del sòl

MOSTRA	Prof. (cm)	Densitat (g/cm <sup>3</sup> )	Graves (%)	Sorra grollera (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argiles (%)
SÒL	0-10	1,36	28,25	24,77	21,43	24,07	29,78
	10-20	1,45	24,3	31,18	15,35	26,62	26,84
SUBST.	-	0,63	-	-	-	-	-

MOSTRA	Prof. (cm)	pH	CE (ds/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Carboni Orgànic (%)	Color	
						sec	humit
SÒL	0-10	8,1	0,44	12,9	1,62	10 YR 5/3	10 YR 3/4
	10-20	8,4	0,62	15,6	0,97	10 YR 5/3	10 YR 4/4
SUBST.	-	7,6	0,32	5,5	-	10 YR 2/2	10 YR 2/2

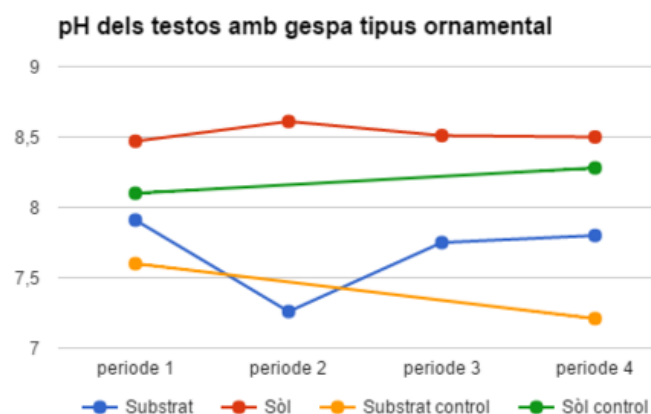
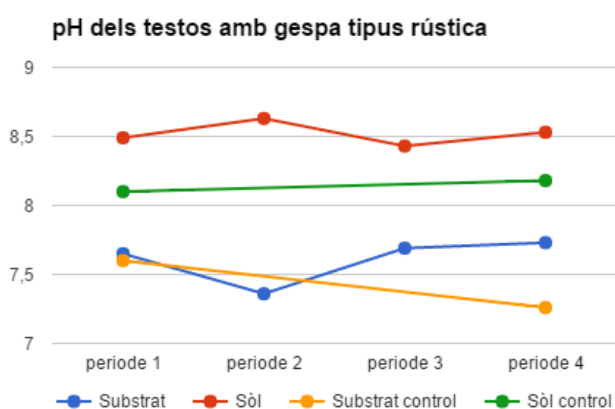
A la taula adjunta es mostren els resultats obtinguts en la caracterització del sòl i el substrat que posteriorment s'han fet servir en els estudis. Pel que fa a la densitat, el substrat és molt més porós que no pas el sòl. Els sòls presenten valors de densitat aparent que varien entre 1,1 i 1,7 g/cm<sup>3</sup> com és el cas dels sòls del parc estudiat. S'observa un petit increment de densitat en fondària per la menor presència de matèria orgànica. La distribució granulomètrica del substrat, no s'ha determinat ja que es tracta d'un compost artificial format bàsicament per matèria orgànica. Tots dos horitzons del sòl presenten una textura franca argilosorrenca amb un % d'argiles superior al 25% i una fracció grollera tan en el contingut de graves com de sorres força important. El pH del sòl és bàsic amb un contingut de carbonats entre el 12 i el 16 %. El

substrat és moderadament bàsic amb un contingut baix de carbonats (5,5 %). Pel que fa a la conductivitat elèctrica (CE) són valors no salins tan en sòl com substrat. El percentatge de carboni orgànic ens indica sòls amb contingut alt o moderadament alt de matèria orgànica per sòls de clima mediterrani amb un descens significatiu per sota dels 10 cm. Fig 1 i 2 ANNEX 3.

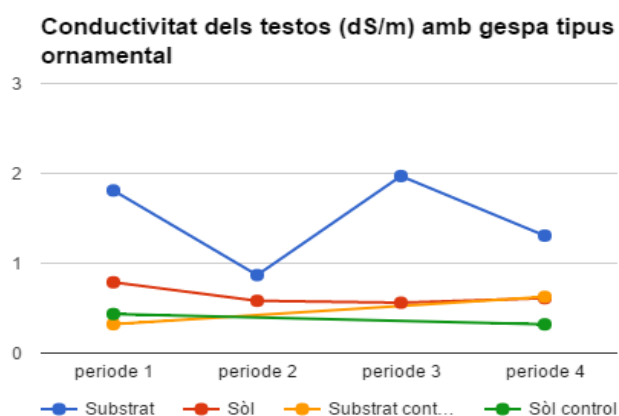
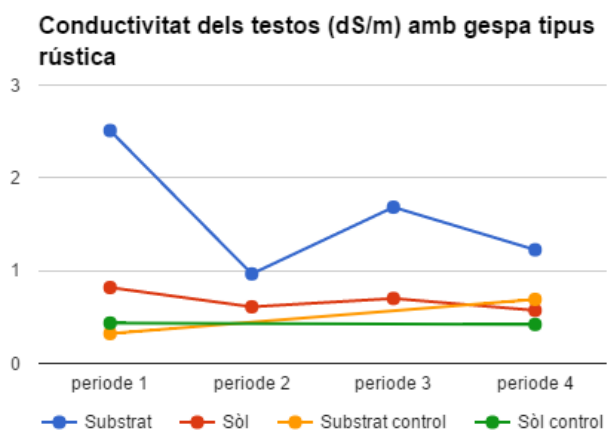
### **5.3.Efecte de la urea al sòl i substrat (experiment 1)**

#### **5.3.1.Mostres sòl i substrat**

##### Resultats pH



##### Resultats conductivitat



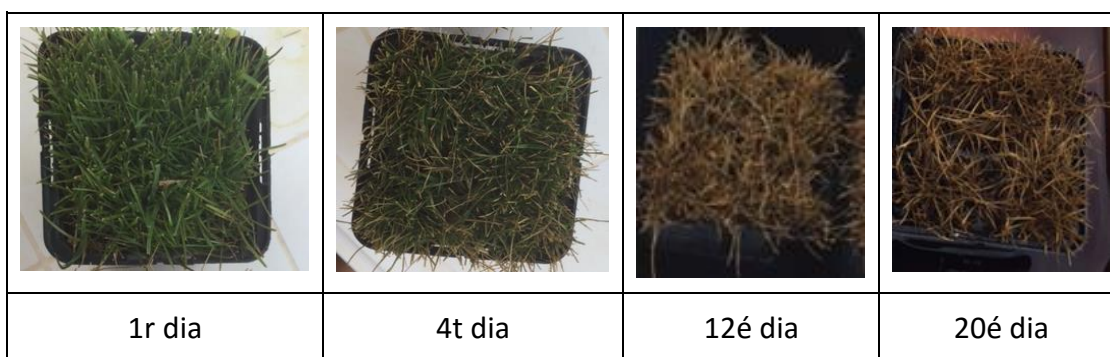
Per als resultats de pH, no es presenten diferències significatives entre el tipus de gespa plantada. Els valors de les mostres afectades, són més alts que els controls. En el sòl, els pH de les mostres afectades són alcalins, mentre que els controls són bàsics. En el substrat, el pH de les mostres afectades és bàsic, i el dels controls són bàsic-neutre. L'ascens del pH es produeix per la reacció d'amonificació amb l'alliberament de  $\text{OH}^-$  al medi.



Pel que fa a les conductivitats, tampoc es presenten diferències significatives entre el tipus de gespa i els valors de les mostres afectades són més alts que els controls. En el sòl, els valors afectats i control són no-salins, però en els afectat, són valors més alts. Pel que fa al substrat, les mostres afectades comencen a ser salines, mentre que les control són no-salines.

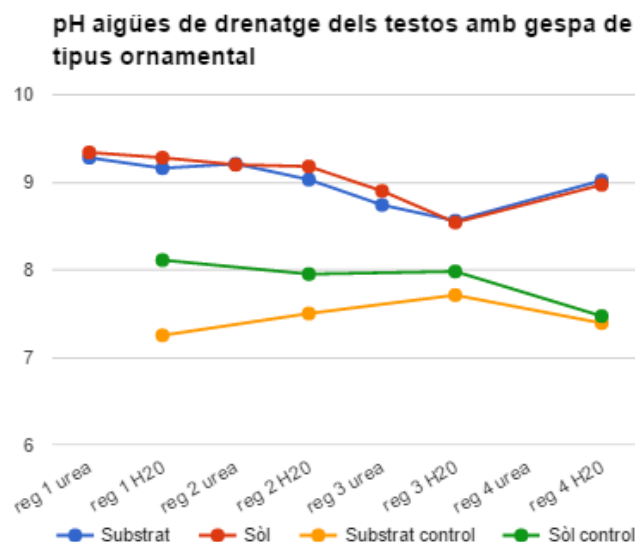
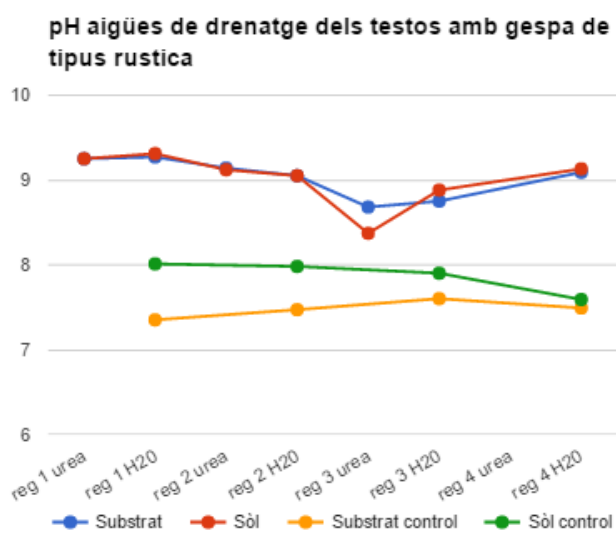
En els gràfic veiem que en el període 2 hi ha un descens de la conductivitat i del pH en el substrat. Aquest fet és el resultat de l'efecte de les pluges dels dies 22 i 25 de juliol, amb quantitats de 18 i 24 mm respectivament. L'efecte és molt més significatiu al substrat pel baix efecte tampó que realitza la matèria orgànica.

S'ha realitzat un muntatge fotogràfic (font: [pròpia](#)) amb la visualització del procés per a la millor interpretació dels resultats:

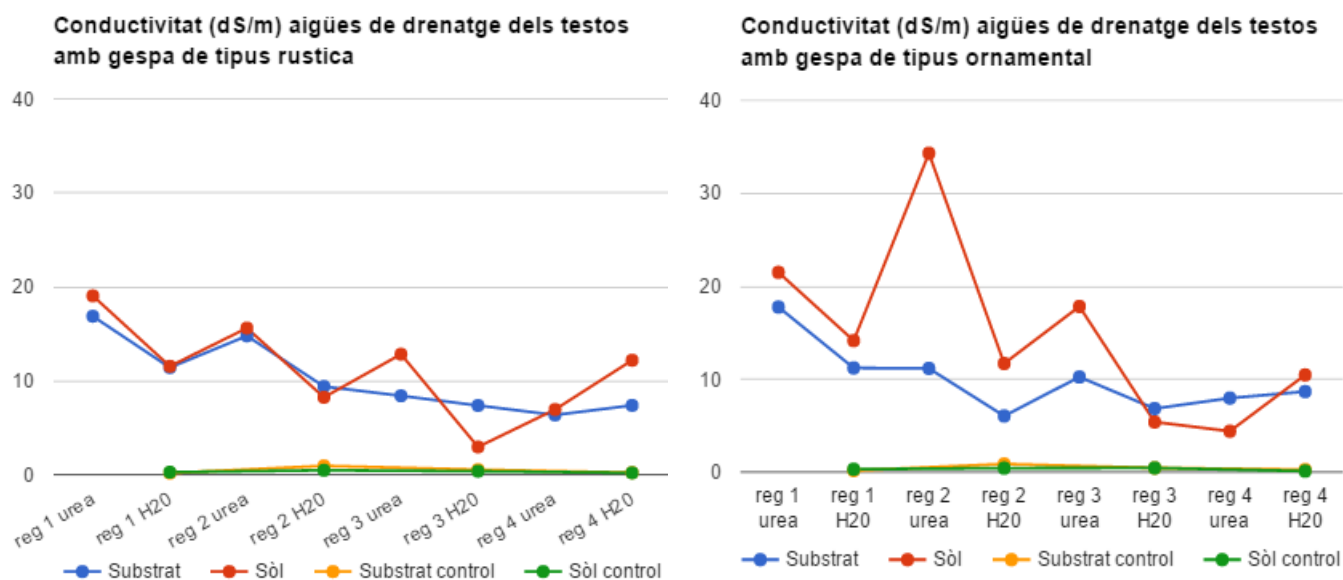


### 5.3.2. Aigües de drenatge

#### Resultats pH





Resultats conductivitat

Per als resultats de pH, no es presenten diferències significatives entre el tipus de gespa sembrada. Els valors de les mostres afectades, són significativament més alts que els controls, d'aproximadament una unitat de pH. En el sòl, els pH de les aigües afectades són alcalins (>9), mentre que els controls són bàsics. En el substrat, el pH de les aigües afectades és alcalí (>9), i el dels controls són moderadament bàsics (7,4-7,6). Pel que fa a les conductivitats, tampoc es presenten diferències significatives entre el tipus de gespa. Les aigües de drenatge del sòl i el substrat afectat, presenten conductivitats elèctriques elevades amb valors fins a 34 dS/m en el reg 2 d'urea de la gespa de tipus ornamental. Segons el Laboratori de Salinitat de Riverside (USA), aquestes aigües es poden classificar com a aigües excessivament salines.

## 5.4.Reducció de l'efecte de la urea al sòl i substrat (experiment 2)

### 5.4.1. Mostres sòl i substrat

#### Resultats pH

Mostres amb un únic reg d'urea: Mostres amb un reg d'urea setmanal:

Mostra	Valor	Mostra	Valor
Substrat	6,61	Substrat	6,96
Sòl	7,81	Sòl	8,27

#### Resultats conductivitat (ds/m)

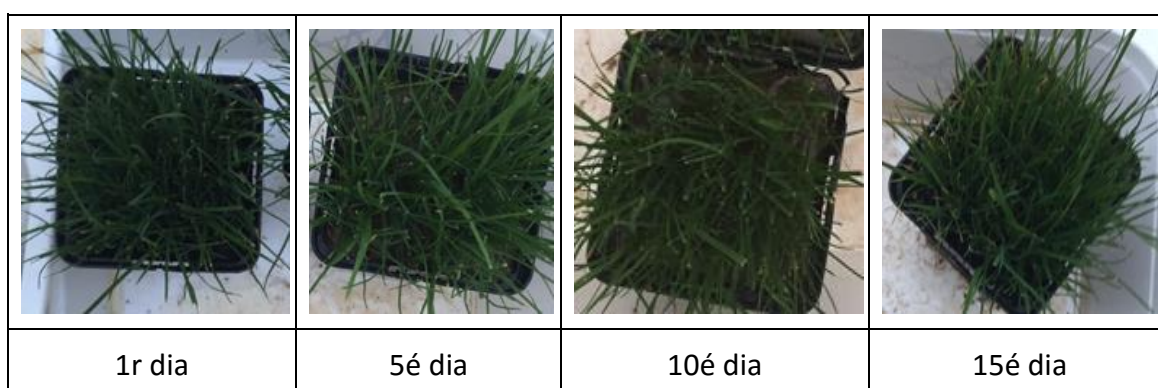
Mostres amb un únic reg d'urea: Mostres amb un reg d'urea setmanal:

Mostra	Valor	Mostra	Valor
Substrat	0,314	Substrat	2,09
Sòl	0,251	Sòl	0,586

Per als resultats de pH en les mostres de substrat, no es presenten diferències significatives entre les mostres amb un únic reg d'urea, i les d'un reg setmanal, ja que ambdós són valors neutres. En canvis en el sòl, sí que s'observen diferències entre les mostres amb un únic reg d'urea i les d'un reg d'urea setmanal, ja que les primeres tenen un pH moderadament bàsic, i les segones un pH bàsic.

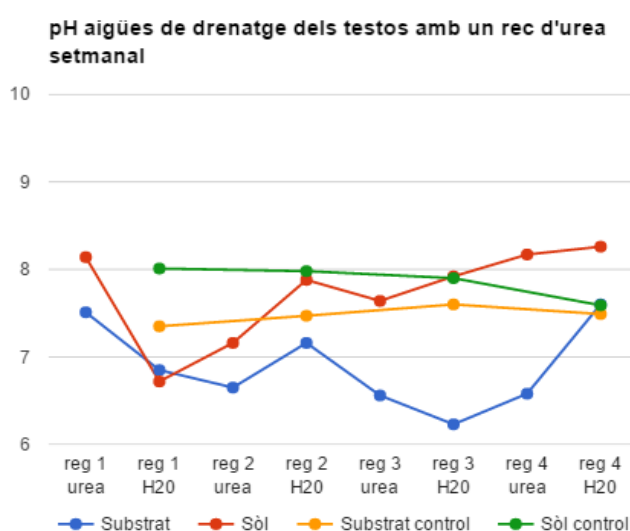
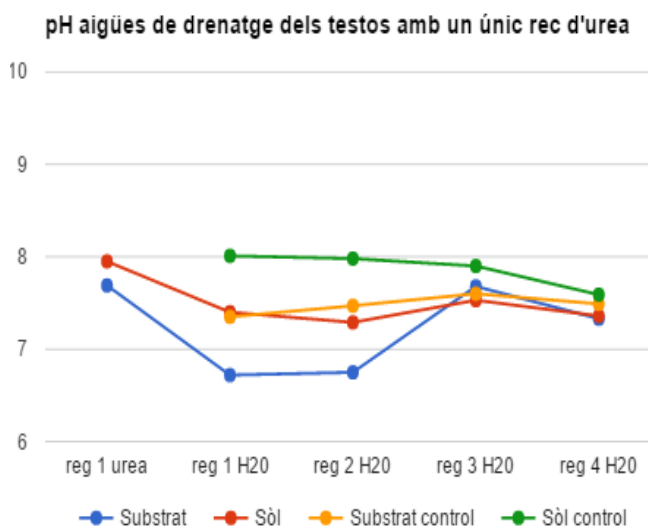
Pel que fa a les conductivitats, es presenten diferències significatives (tant en les mostres de substrat com en les de sòl) entre els dos tipus de reg. El substrat amb un únic reg d'urea no presenta salinitat, en canvis el de reg d'urea setmanal, és un substrat lleugerament salí. El substrat, amb una major capacitat de bescanvi, se salinitza més ràpidament. En el cas del sòl, la diferència entre valors no és tan notable, ja que tots dos sòls són no-salins, tot i que el valor de la mostra amb reg d'urea setmanal és més alt.

S'ha realitzat un muntatge fotogràfic de les mostres amb un reg d'urea setmanal (font: *pròpia*) amb la visualització del procés per a la millor interpretació dels resultats:

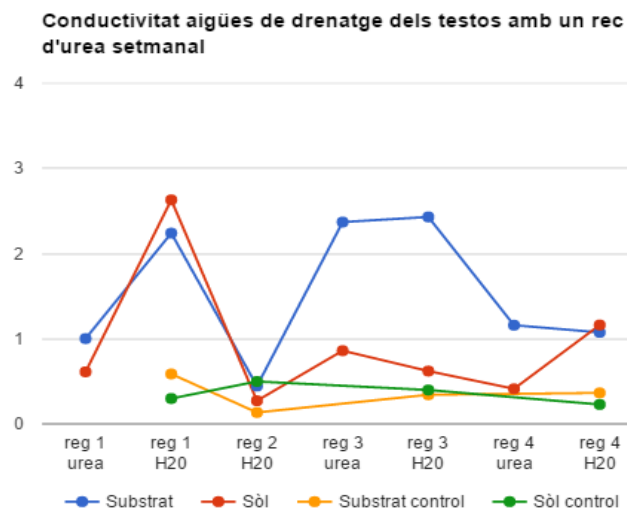
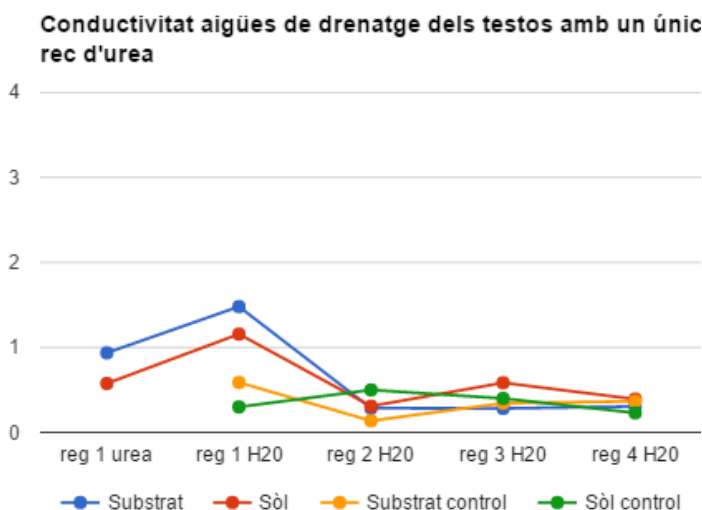


### 5.4.2. Aigües de drenatge

#### Resultats pH



#### Resultats conductivitat



Per als resultats de pH en les aigües de drenatge no s'observen diferències entre sòl i substrat. Per a les aigües d'un sòl reg d'urea, les mostres afectades presenten una disminució del pH després de l'aplicació de la urea. Aquest descens reflecteix el procés de nitrificació del nitrogen amb l'oxidació de l'amoni cap a nitrats i nitrits i l'alliberació de protons que s'està produint en el sòl i substrat. Amb els successius regs amb aigua, s'aconsegueix assolir els pH inicials. En els regs amb aportació d'urea setmanal, s'inicia el cicle de nitrificació en el sòl amb un petit descens del pH, que queda tallat per el nou aport d'urea i el nou inici de l'amonificació en el sòl.

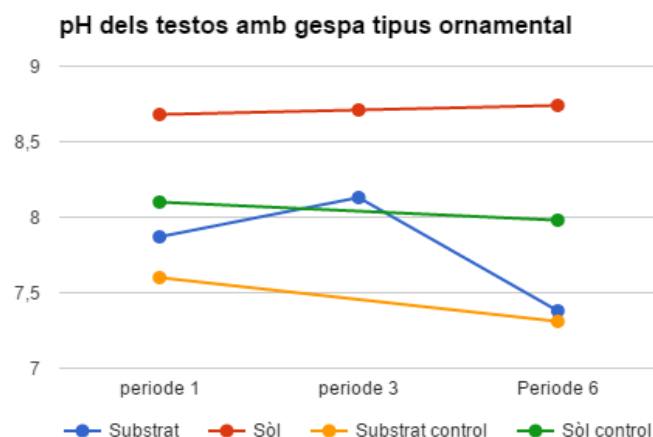
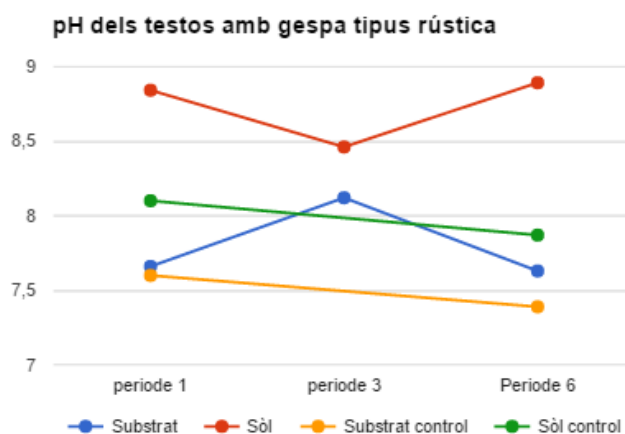
Aquestes dades ens permet suposar que en l' experiment 1, no s'arriba a produir la nitrificació per l'aport constant d'urea; es produeix, per tant, majoritàriament l' amonificació.

Pel que fa a les conductivitats, no es presenten diferències significatives entre les aigües control i afectades de les mostres amb un únic reg d'urea, a excepció de la primera setmana on hi ha una petita pujada conseqüència del reg d'urea. Són aigües no-salines, amb un valor màxim de 0,7 dS/m. En les aigües de les mostres d'un reg d'urea setmanal, si que hi ha diferències entre les control i les afectades per l'aplicació durant la setmana de diferents regs d'aigua que retingen les sals retingudes durant el reg d'urea.

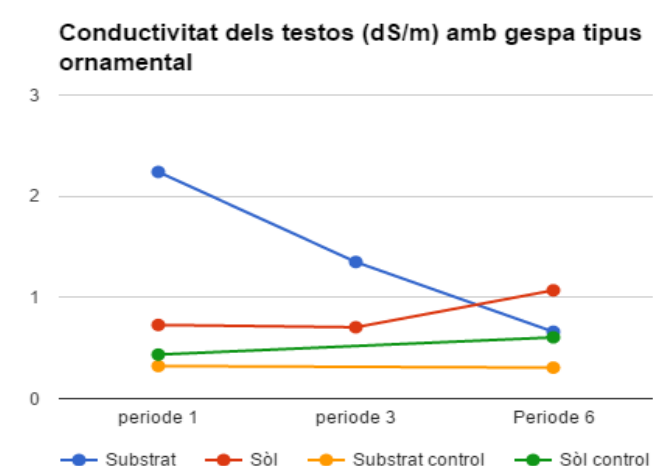
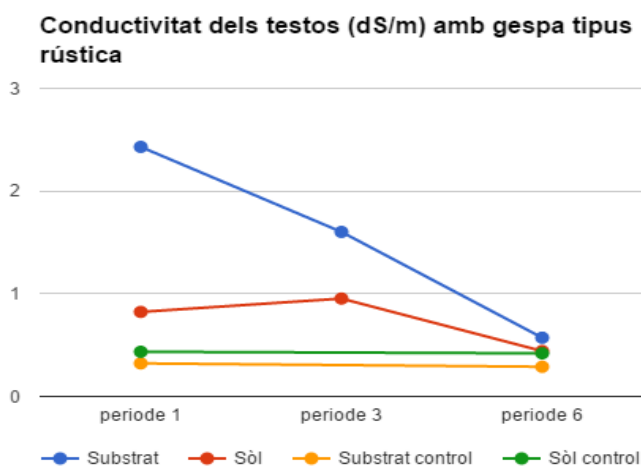
## **5.5.Reducció de l'impacte de la urea al sòl i substrat, un cop ja afectat (experiment 3)**

### **5.5.1. Mostres sòl i substrat**

#### Resultats pH



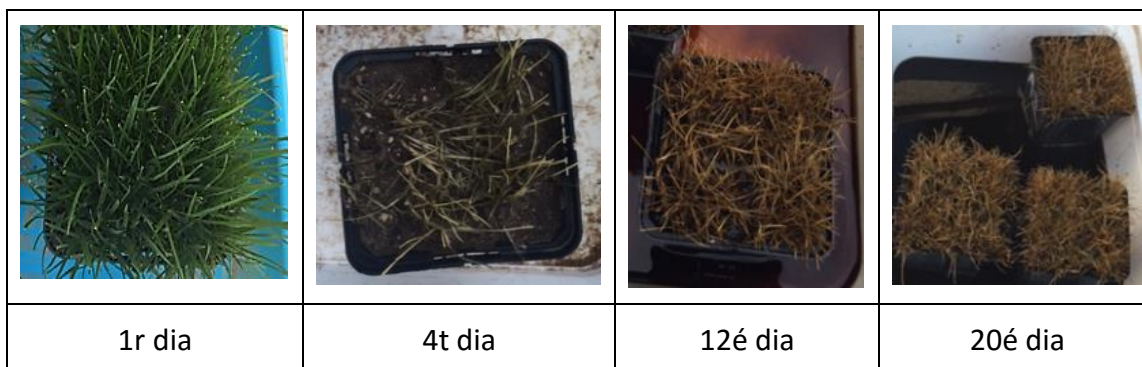
#### Resultats conductivitat



Per als resultats de pH, no es presenten diferències significatives entre el tipus de gespa plantada. En els dos primers períodes, s'observa una alcalinització del medi per l'aport d'urea al sòl i substrat. Després, el rentat durant els períodes 3,4,5,6 produeix un lleuger descens del pH afavorint la nitrificació en les mostres.

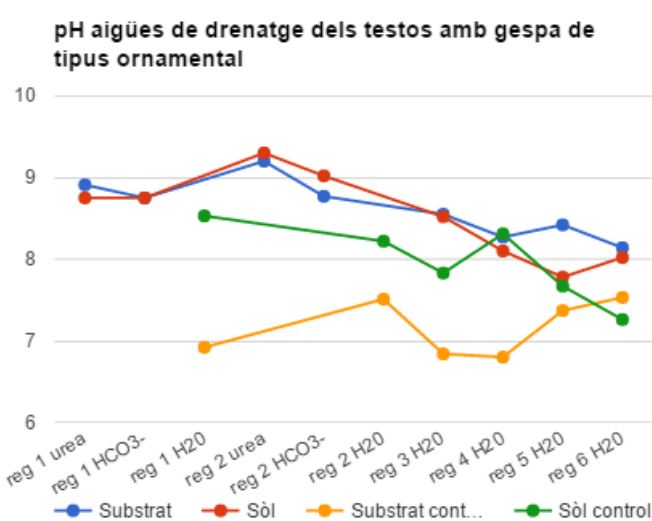
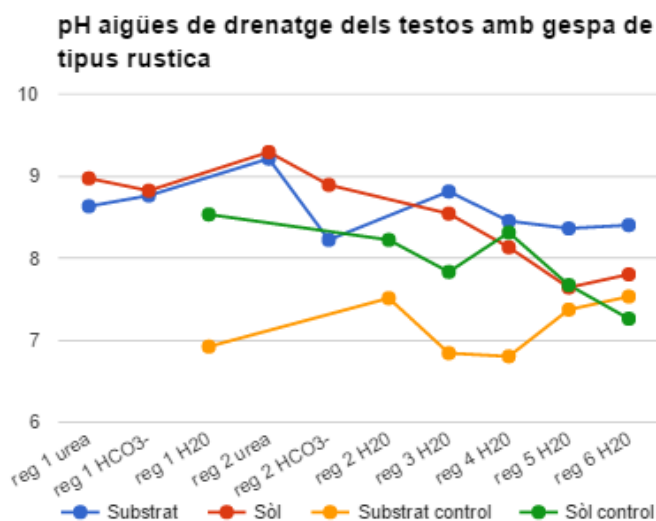
Pel que fa a les conductivitats, tampoc es presenten diferències significatives entre el tipus de gespa . En el sòl, els valors afectats i control són no-salins, tot i que en els afectats són més alts. Pel que fa al substrat, els valors afectats comencen a ser salins. Tant en el sòl com en el substrat, es pot observar com la tendència de la salinitat és a la baixa (amb l'excepció en el sòl de gespa tipus ornamental del període 6, on s'observa una petita pujada no significativa). Aquesta tendència és a causa del rentat amb aigua destil·lada que s'ha aplicat en les mostres a partir del període 3, i que ha fet que la salinitat disminuís en les mostres estudiades. En el substrat, aquest canvi és més notable gràcies a la major capacitat de bescanvi.

S'ha realitzat un muntatge fotogràfic (*font: pròpia*) amb la visualització del procés per a la millor interpretació dels resultats:

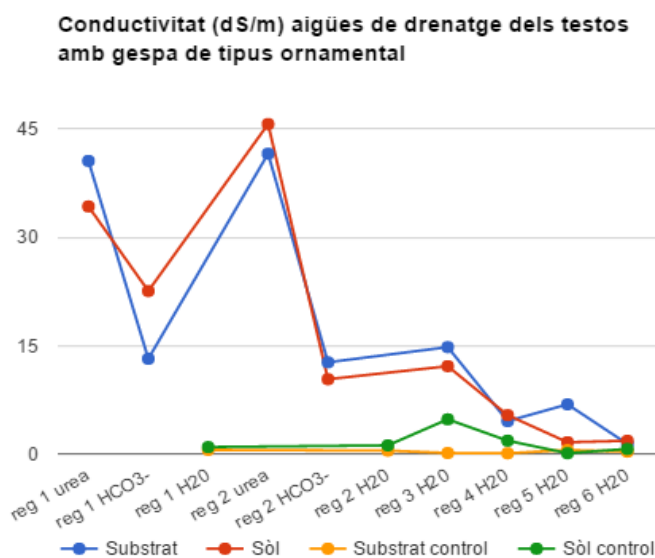
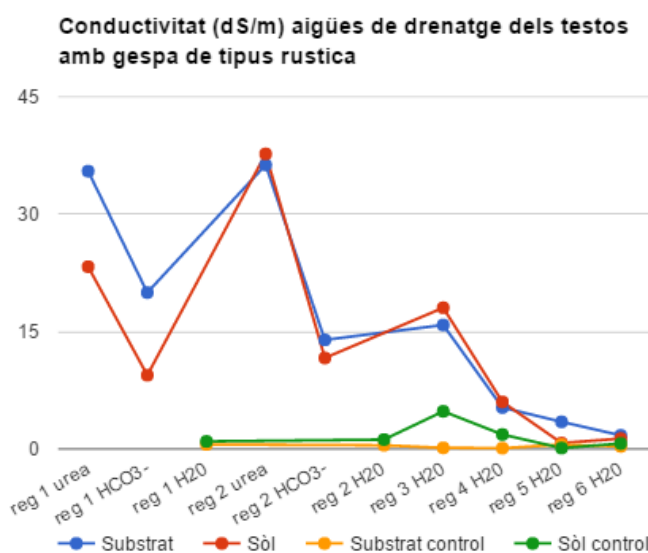


## 5.5.2. Aigües de drenatge

### Resultats pH



### Resultats conductivitat



Per al pH, no s'observen diferències entre el tipus de gespa estudiada. Les aigües analitzades dels regs amb urea presenten valors alcalins amb certes fluctuacions fruit d'un més amb períodes plujosos (font dades: <http://www.fabra.cat/meteo/resums/resums.html>). En el moment de deixar aplicar la urea, s'observa el descens gradual i constant del pH de les aigües, fins a obtenir valors propers als controls. Pel que fa a la conductivitat, tampoc s'observen diferències entre el tipus de gespa estudiada. Les aigües analitzades dels regs amb urea presenten valors salins molt alts de fins a 45

dS/m en els primers períodes, i arriba a valors mínims de 1,87 dS/m en el últim període, 4 setmanes després.

A diferència d'un plantejament de fertilització on s'apliquen dosis adients per la nutrició vegetal, els sòls afectats per orina canina reben de manera reiterativa altes concentracions d'urea. Aquest efecte provoca la mort de la gespa per salinitat i alcalinització en zones molt localitzades ja que l'aport de la orina canina es gairebé sempre en el mateix lloc. El rentat amb aigua ajudaria a la disminució de la salinitat i el pH. Ara bé, aquesta mesura correctora té l'inconvenient d'haver de canviar els hàbits dels gossos.

## **5.6.Replantació dels sòls, un cop aquests se'ls ha reduït l'impacte (experiment 4)**

### **5.6.1.Mostres sòl i substrat**

<b>MOSTRA</b>	<b>pH</b>	<b>Conductivitat (ds/m)</b>
Sòl	8,69	0,498
Substrat	7,76	0,256





La mostra de sòl replantada, té un valor lleugerament alcalí en el seu pH, i una conductivitat no-salina, però no ha recuperat els seus valors control, ja que ambdós valors són lleugerament superiors. Les mostres de substrat en canvi, sí que han recuperat valors control, ja que té un pH moderadament bàsic, i una conductivitat no-salina força baixa.

En totes dues condicions, la replantació ha sigut exitosa, ja que les mostres han crescut sense cap tipus de símptoma per estrès salí o de deficiència nutricional i en un període de temps adequat a l'època de l'any (estiu).



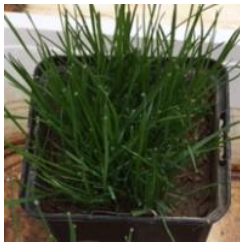

S'ha realitzat un muntatge fotogràfic (*font: pròpia*) amb la visualització del procés de replantació d'una de les mostres per a la millor interpretació dels resultats:



*Substrat*

			
1r dia	5é dia	10é dia	15é dia

*Sòl*

			
1r dia	5é dia	10é dia	15é dia

**5.6.2.Aigües de drenatge**

MOSTRA - aigua	pH	Conductivitat (ds/m)
Sòl	7,89	0,406
Substrat	7,57	0,207

Pel que fa a les aigües de drenatge, els valors de sòl i substrat s'han normalitzat tan en el pH, com en conductivitat, on tenen valors bàsics (7,89 ; 7,57) i no-salins (0,406 ; 0,207) respectivament.

**5.7.Estudi de la part vegetal**

Els resultats obtinguts per la part aèria (vegetal) dels diferents parcs o de les mostres dels experiments han estat els mateixos tant amb la cromatografia en paper de filtre que amb placa de silicagel atès que els dos suports analitzen els pigments vegetals. En les cromatografies s'ha pogut observar que en les mostres control dels experiments o en la gespa no afectada dels diferents parcs, els pigments vegetals



s'observen amb facilitat i claredat (fig. 27 ) i amb les mostres afectades o cremades dels experiments i dels parcs, els pigments vegetals es veuen alterats en la seva concentració en la planta (fig.28 ).

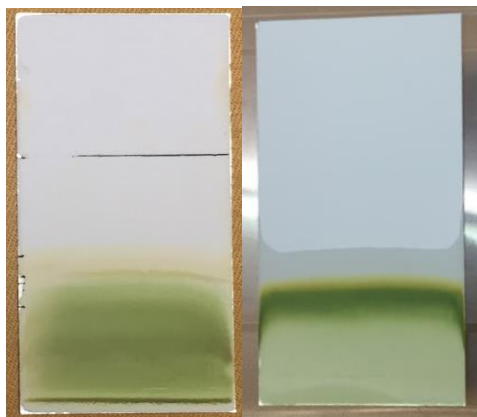


fig. 27 Exemple dels pigments vegetals de les mostres no afectades estudiades.




font: pròpia



fig.28 Exemple dels pigments vegetals de les mostres afectades estudiades.

font: pròpia

Els pigments vegetals alterats en les mostres afectades són el pigment clorofil·la (color verd a la gespa) i el pigment xantofil·la (color groc a la planta). Aquests es redueixen en concentració, i desapareixen. Les mostres vegetals, tenen gran quantitat de clorofil·la, que emmascara la xantofil·la. Un cop són afectades, la clorofil·la desapareix en primera instància, i en segona la xantofil·la, i deixa la planta amb un color marró pansit (taula).

COLORS ADQUIRITS	MOSTRA	COLOR	CODI
primer color	no-afectada (clorofil·la)	"Chartreuse 4" 	#458B00
segon color	afectada (xantofil·la)	"Vara de oro 2" 	#EEB422
tercer color	afectada (marró pansit)	"Burlywood" 	#DEB887

Per al que fa a les diferents variants de gespa utilitzades en els diferents experiments ("resistent" i "decorativa"), no s'ha pogut observar cap tipus de mostra resistent, ja que totes han mort per l'acció tòxica de la urea en la planta.

## 6. CONCLUSIONS

Les conclusions que podem extreure del treball experimental realitzat, són les següents:

- La urea és la principal substància de l'orina canina que afecta les diferents variants de gespa i els sòls.
- L'acumulació d'urea provoca:
  - a) Un petit augment del pH i la conductivitat elèctrica als sòls i substrats.
  - b) Un considerable augment del pH i la conductivitat elèctrica en les aigües de drenatge.
  - c) Els efectes sobre el sòl, substrat, aigües i plantes varien depenent dels regs aplicats
- Els efectes de l'aplicació d'urea al sòl o substrat són menys significatius mentre que en les aigües de drenatge, els canvis són més importants, ja que el sòl és un medi tamponat.
- En quantitats petites d'urea, el pH reflecteix el procés de nitrificació amb l'oxidació de l'amoni cap a nitrats i nitrits i l'alliberació de protons al sòl i al substrat mentre en quantitats elevades o continuades d'urea, el pH reflecteix l'amonificació del N amb alliberació de  $\text{OH}^-$  al medi.
- Les reaccions de transformació de la urea dins del sòl incrementen la salinitat d'aigües i sòls. El substrat, amb una major capacitat de bescanvi, es salinitza més ràpidament.
- Cap de les dues variants utilitzades pot sobreviure a un reg continuat d'urea. La mort de les dues variants es produeix durant la primera setmana.
- El rentat del sòl un cop afectats disminueix el pH i la salinitat fins a valors propers als controls. El descens és més important en les aigües de drenatge que als sòls.

- La replantació als sòls i substrats un cop ja rentats és exitosa i evidencia com a única solució la no aplicació continuada de l'orina canina en un mateix punt malgrat és molt difícil canviar els hàbits dels gossos.
- Els diferents pigments vegetals reflecteixen les condicions adverses del sòl o substrat. Aquests redueixen la seva concentració a la planta fins a desaparèixer. Entre aquests pigments destaquen xantofil·la (groc) i clorofil·la (verd) que és redueix en major quantitat i més rapidesa.

## 7.AGRAÏMENTS

En aquest apartat m'agradaria donar les gràcies a totes les persones, entitats i centres que ens han ajudat a realitzar el nostre treball d'investigació:

- A la Dra. Núria Roca, per la gran ajuda rebuda per part de les seves mans, per la seva predisposició en tot moment, i per creure en mi i en aquest treball. Sense tu no ho hagués aconseguit, estaré agraït sempre. També pel préstec dels seus laboratoris a la Universitat.
- A Gemma Sins, per al seu assessorament i ajut personal en el treball des de dins centre, i per al seu interès en aquest mateix
- A Ivan Nadal, per al seu assessorament i transmissió de coneixements en el món de la recerca.
- Al Parc Científic de Barcelona, en concret al Dr. David Ramos, per la seva ajuda i supervisió del projecte en els primers passos del treball i el préstec de les seves instal·lacions.
- A l'Ajuntament de Lliçà de Vall, per deixar-me fer un seguit de mostreigs en alguns dels parcs del poble i per ajudar-me dins de tot el possible.
- A la Jardineria "Verd és Vida", per la seva ajuda a l'hora d'escollir els tipus de gespa i el préstec de les diferents parcel·les per a la sembra i creixement.
- A "Veterinari Parets", per la seva ajuda en la bibliografia consultada en relació a la urea.
- I finalment agrair a la meva família per la paciència i les hores dedicades amb mi i el projecte.

Sense vosaltres res hauria estat possible. Moltes gràcies a tots.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía consultada per al presente projecte d'investigació, ha estat la següent:

### **8.1. Publicacions i Llibres**

- Bernard Souchier, Maurice Bonneau: *Constituyentes y propiedades del suelo VOL. 2*, Editorial Masson, França, 1987 [consulta: 26/12/15]
- *Diccionarios Oxford-Complutense – Ciencias de la tierra*, Complutense Editorial, Madrid, 2000 [consulta: 26/12/15]
- Fisiología Vegetal UB: *Document intern del departament*, Barcelona, 2015, [consulta: 26/12/15]
- Jose Luis Fuentes Yagüe: *Manual práctico sobre utilización de suelo y fertilizantes*, Ediciones munid-prensa, Madrid, 1997 [consulta: 26/12/15]
- Maria Teresa Felipó: *La contaminación del sòl*, Diputació de Barcelona, Barcelona, 1987 [consulta: 26/12/15]
- Marta E. Conti, Lidia Giuffré: *Edafología, bases y aplicaciones ambientales argentinas*, Editorial Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2011 [consulta: 26/12/15]
- Martínez et al.: *El Suelo y sus propiedades*, Espanya, 2011 [consulta: 26/12/15]
- Nyle C. Brady i Harry Oliver Weil: *The nature and properties of soils*, Editorial Pearsons, USA, 2008 [consulta: 26/12/15]
- Soil Survey Staff: *Keys to soil taxonomy*, Editorial "Books Express Publishing", USA, 2010 [consulta: 26/12/15]

### **8.2. Portals webs**

- PORTAL AGROPAL GRUPO ALIMENTARIO. Fertilizantes nitrogenados sólidos. [http://www.agropal.com/productos\\_agricultura\\_des.shtml](http://www.agropal.com/productos_agricultura_des.shtml) [consulta: 26/12/15]
- PORTAL WEB DEL DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA. Lección 1, el suelo: concepto y formación. <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/form2.htm>

- [consulta: 26/12/15]
- PORTAL WEB JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Los nitratos y los nitritos y el agua de consumo.  
<http://www.elaguapotable.com/Los%20nitratos%20y%20los%20nitritos%20y%20el%20agua%20de%20consumo.pdf>

[consulta: 26/12/15]

  - PORTAL WEB MEDLINEPLUS. Anomalia genética del ciclo de la urea.  
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000372.htm>

[consulta: 26/12/15]

  - PORTAL WEB SLIDESHARE. Reacción de los fertilizantes en el suelo  
(<http://www.slideshare.net/Fertil2009/reaccion-en-el-suelo-de-la-urea>)

[consulta: 26/12/15]

  - PORTAL WEB WIKIPEDIA. Ciclo Biogeoquímico.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_biogeoqu%C3%ADmico](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_biogeoqu%C3%ADmico)

[consulta: 26/12/15]

  - REFLEXIONES DE JESÚS PARDO. Num.03, de los perros y sus orines....  
<http://pardoje2.wordpress.com/2012/11/01/de-los-perros-y-sus-orines>

[consulta: 26/12/15]



## **ANNEXOS:**

- **Documentació bibliogràfica**
- **Llistat de materials**
- **El treball en imatges**
- **Informe preliminar**
- **Pràctiques de laboratori**



## **ANNEX 1:**

- **Documentació bibliogràfica d'interès**

# Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo

*Irantzu Ginés e Ignacio Mariscal-Sancho*

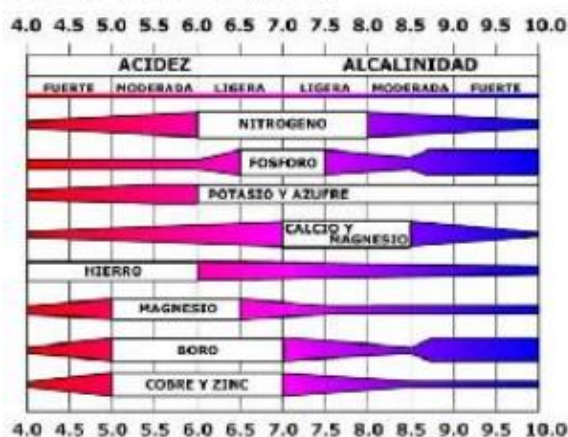
*Fertiberia S.A, 2002*

## RESUMEN

El pH del suelo (o del sustrato de cultivo) determina la asimilabilidad de los nutrientes; y los fertilizantes tienen una importante influencia sobre dicho pH. La incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo depende principalmente de: a) el perfil acidificante de la composición química del fertilizante b) de su carácter descalcificante o calcificante y c) de la capacidad tamponadora del suelo. En esta monografía se recogen la incidencia de los principales fertilizantes comerciales sobre el pH del suelo.

## EL pH Y LA ASIMILABILIDAD DE LOS NUTRIENTES

El pH del suelo influye de forma decisiva en la asimilabilidad de los diferentes nutrientes vegetales. Los pHs que proporciona mejores condiciones de asimilabilidad son ligeramente ácidos (pH entre 6 y 7) (Fig. 1).



**Fig. 1 Influencia del pH sobre la disponibilidad de nutrientes; “diagrama de Trog”.**

A mayor anchura de la fila, mayor disponibilidad del nutriente.

Fuente: [www.agrogen.com.mx/mainaplicaciones.htm](http://www.agrogen.com.mx/mainaplicaciones.htm)

### ACIDIFICACIÓN Y DESCALCIFICACIÓN

La acidificación es la tendencia del complejo de cambio del suelo a cargarse con iones  $H^+$ , con el consiguiente detrimento del resto de los cationes minerales. La acidificación del suelo es favorecida por la aplicación de ciertos fertilizantes. Los suelos sin una importante reserva de Ca, pueden presentar un proceso de acidificación, tanto más rápido cuanto más intensivo es el cultivo y cuanto mayores son los aportes de fertilizantes acidificantes.

La descalcificación se produce con el abandono de cationes  $Ca^{2+}$  del complejo de cambio del suelo. Si en el suelo no existe una reserva de calcio, la descalcificación aparece como una fase preliminar de la acidificación. Generalmente el calcio es el catión más abundante y su salida facilita la fijación de iones  $H^+$  para contrarrestar la carga del complejo. En dichos suelos la descalcificación se produce principalmente por la extracción de  $Ca^{2+}$  por medio de los cultivos.

En segundo lugar, la descalcificación también se produce por el agua de lluvia que contiene una pequeña cantidad de gas carbónico y es capaz de disolver la caliza existente en el suelo, de tal forma que el calcio es arrastrado a capas más profundas en forma de bicarbonato de calcio.

Los suelos ácidos suelen presentar concentraciones de Ca muy bajas y limitantes de la producción vegetal. Para aportar importantes cantidades de Ca al suelo y aumentar su pH, se suele aconsejar la aplicación de carbonato cálcico ( $CaCO_3$ ), debido a que este producto es barato, su solubilidad es relativamente baja (sus efectos duran varios años) e incrementa el pH como se indica en la "Ec.1". Dicho incremento a su vez reduce o elimina la toxicidad por aluminio, que es otro inconveniente típico de los suelos ácidos.



### PODER AMORTIGUADOR DEL SUELO

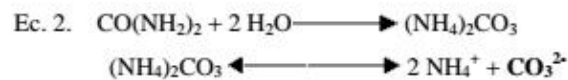
El suelo tiene un poder amortiguador por el cual, la aplicación de ácidos o bases no varía en gran medida su pH. Este poder amortiguador está relacionado, por un lado, con la existencia de coloides en su composición. Y por otro, está relacionado con su capacidad de intercambio iónico; cuanto mayor sean estos dos factores, mayor poder

amortiguador tendrá el suelo. La capacidad de amortiguación es distinta según el tipo de suelo:

Suelos húmicos > suelos arcillosos > suelos francos > suelos arenosos.

#### INCIDENCIA DE LOS DISTINTOS FERTILIZANTES SOBRE EL pH

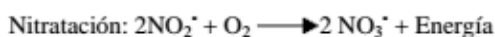
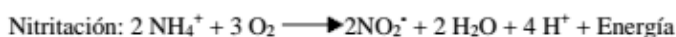
La urea ( $CO(NH_2)_2$ ) (Fig. 2) no es exigente en cuanto a la naturaleza del suelo, con excepción de los suelos muy ácidos, que suelen ser poco activos biológicamente. El  $CO(NH_2)_2$  es soluble en agua y no es retenida por el suelo. La urea se hidroliza en contacto con el agua y bajo la acción de la ureasa (Ec. 2). En buenas condiciones de temperatura y humedad dicha hidrólisis puede realizarse en dos o tres días. En esta primera reacción se observa un comportamiento básico (al pasar de amida a carbonato amónico).



**Fig. 2 Urea granulada en almacén.**

Posteriormente la forma amoniacal pasa a forma nítrica (liberando  $H^+$  al medio), que es la forma en que la mayoría de las plantas asimilan el nitrógeno. Por lo que el comportamiento final de la urea es de carácter ácido.

Las reacciones de oxidación enzimática de nitrificación son bastante complejas, pero se pueden resumir, de la siguiente forma (Ec. 3):



Por lo que la reacción que se da en caso del carbonato amónico procedente de la urea, es finalmente de carácter ácido (Ec. 4):



Hay que destacar la sensibilidad de las bacterias responsables de la nitrificación a las condiciones ambientales, principalmente debido a su carácter aeróbico estricto. De esta forma la nitrificación se ve dificultada en terrenos inundados, ácidos o fríos.

El amoniaco anhidro (NH<sub>3</sub>) aplicado al terreno se combina con el agua, formando NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>.



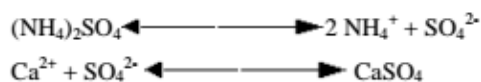
Por lo que en un principio tiene carácter básico. El NH<sub>4</sub><sup>+</sup> queda adsorbido por los coloides del suelo o continúa su proceso de nitrificación mostrando un comportamiento final ácido como se observa en el proceso de nitrificación anteriormente mostrado (Ec.3).

El nitrato amónico (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) es un fertilizante que contiene el nitrógeno en forma amoniacal y en forma de nitrate, dando una reacción global ácida, debida al amonio (Ec. 3).

El nitrosulfato amónico (NSA 26%) es un producto que aporta nitrógeno en forma amoniacal y nítrica, pero además es un producto que suministra azufre a los cultivos. Es un fertilizante que tiene un pH ácido, adecuado para suelos básicos, que necesiten rebajar el pH y para aquellos cultivos que puedan presentar deficiencias en azufre.

El nitrate amónico cálcico (NAC), es un producto que se presenta con distintas fórmulas químicas: NAC 20,5% N con magnesio (14% CaO); NAC 22% N con magnesio (12% CaO); NAC 27% N (13% CaO); NAC 27% N (7,5% CaO) con magnesio. El pH de estos productos variará según su contenido en calcio y magnesio, pero hay que señalar que en aquellos suelos con pH ácido, será recomendable utilizar fertilizantes de mayor porcentaje en CaO.

El sulfato amónico  $((NH_4)_2SO_4)$  es un fertilizante acidificante. Esta acción acidificante se debe, además de por tener nitrógeno en forma amoniacal, por el sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) que produce una acción descalcificante al formar  $CaSO_4$ , de naturaleza hiposoluble, el cual es arrastrado en profundidad por las aguas de lluvia o riego (Ec. 6). Dicho efecto difícilmente se observará en suelos con importante contenido en calcio. (Ec. 6)



El nitrate de cal  $(Ca(NO_3)_2)$ ; se considera un fertilizante de efectos basificantes, debido a su contenido en calcio (28% CaO).

Fosfato monoamónico (MAP)  $(NH_4H_2PO_4)$ . Por la alta solubilidad del fosfato puede utilizarse en toda clase de suelos, aunque su uso está especialmente indicado en los de pH elevado, (por su carácter acidificante), ya sean fuertemente calizos o salinos. En suelos calizos debe preverse una importante pérdida de eficacia por precipitación del fosfato en forma bicálcica o tricálcica.

Fosfato diamónico (DAP)  $((NH_4)_2HPO_4)$ . El DAP tiene un efecto residual ácido sobre los suelos, aunque inicialmente tiene una reacción alcalina (debido al  $HPO_4^{2-}$ ), por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos.

El superfosfato es un fertilizante de utilización universal aplicable a todo tipo de suelos. Equivocadamente se le atribuía acción acidificante; sin embargo, ensayos de larga duración con aplicación continuada de superfosfato, aun en grandes dosis, mostraron que no ejerce ninguna acción significativa sobre el pH del suelo.

Los fosfatos naturales (de los cuales hay un importante yacimiento en el antiguo Sahara español) tienen riquezas variables y con la excepción de los fosfatos aluminio-cálcicos de Thiés (Senegal) son fosfatos tricálcicos y por lo tanto con un comportamiento basificante al igual que las escorias de Thomas, que provienen de "desechos" de la industria siderúrgica combinados a alta temperatura con cal.

Cloruro potásico (KCl): Aunque es una sal neutra, puede presentarse como potencialmente ácida, ya que el  $K^+$ , se absorbe por la planta con una intensidad muy superior al  $Cl^-$ . Este anión puede reaccionar con el calcio del suelo formando  $CaCl_2$ , muy soluble, que es fuertemente lixiviado. El  $Ca^{2+}$  desplazado del complejo adsorbente y perdido por lixiviación puede ser sustituido por otros cationes o bien por  $H^+$ , en cuyo caso la descalcificación es preludio de la acidificación del suelo. Por lo que en principio no es recomendable para suelos ácidos y pobres en calcio. En caso opuesto: es decir, en suelos calizos o con alto contenido en cal activa y fuerte efecto closante, el KCl es un fertilizante potásico recomendable.

El KCl aumenta el contenido de sales solubles en suelo, por lo que puede presentar problemas en el caso de suelos salinos, en el caso de utilizar aguas salinas en el riego o en cultivos poco tolerantes al cloro.

Sulfato potásico ( $K_2SO_4$ ). Al igual que el cloruro potásico, es un fertilizante potencialmente acidificante, ya que el  $SO_4^{2-}$  es menos absorbido por la planta que el  $K^+$ . Sin embargo el efecto descalcificante es mucho menor, ya que el  $CaSO_4$  es menos soluble que el  $CaCl_2$  y en consecuencia, su lixiviación es mucho más lenta. Por esta misma razón, en suelos estrictamente salinos, como en los alcalinos, es preferible la utilización de las formas del sulfato potásico al cloruro potásico.

El nitrato potásico ( $KNO_3$ ) es un fertilizante que se considera de reacción prácticamente neutra.

Los Fertilizantes Complejos (NPK), pueden ser de distintos tipos de pH, pero generalmente son ácidos o neutros, en función de las materias activas que componen su fórmula química.

En resumen, la incidencia de los principales fertilizantes comerciales sobre el pH del suelo es:

\*Fertilizantes de acción acidificante:

- Urea
- Amoníaco anhidro
- Nitrato Amónico
- Sulfato amónico

- Fosfato monoamónico y Fosfato diamónico
- Cloruro potásico y sulfato potásico.
- Nitrosulfato Amónico.

Dichos fertilizantes pueden presentar efecto acidificante en suelos con bajo poder "tamponador" (por ejemplo suelos arenosos y con muy bajos contenidos en Ca).

\*Fertilizantes que tienen una acción prácticamente nula sobre el pH.

- Superfosfato
- Nitrato Potásico

\*Fertilizantes alcalinizantes

Los fertilizantes alcalinizantes apenas se usan comercialmente. En este grupo podemos incluir:

- Fosfatos naturales
- Nitrato de cal

El  $\text{CaCO}_3$  no se considera un fertilizante, aunque actúe como tal en suelos carentes de Ca y sea considerado el principal enmendante de los suelos ácidos.



## EL PH Y LA FERTIRRIGACIÓN

El control del pH y la CE en de la disolución nutritiva utilizada en fertirrigación es imprescindible para obtener en el medio radicular, los valores óptimos para la absorción de nutrientes. Este pH de la "solución nutritiva ideal" se encuentra en el rango 5,5 - 6.

A continuación indicaremos los pH de ciertos fertilizantes utilizados en fertirrigación para un concentración del 1%.

Fertilizantes sólidos	Riqueza	pH	CE (mmho/cm) 1%	Solubilidad (g/l)
Nitrato amónico	34,5% N	5,17	11,58	1.970
Nitrato cálcico	15,5%N 27%CaO	5,67	1,18	1.260
Nitrato magnésico	11%N 15,7% MgO	5,43	0,88	420
Sulfato magnésico	15% MgO	5,43	0,75	360
Fosfato monoamónico	12% N 61%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,9	0,89	380
Nitrato potásico	13%N 46%K <sub>2</sub> O	7,02	1,36	320
Cloruro potásico	50% K <sub>2</sub> O	7,01	1,88	340
NPK cristalino	varios	-	-	-
Fertilizantes líquidos	Riqueza	pH	CE (mmho/cm) 1 g/l	Solubilidad (g/l)
Solución nitrogenada 32%	32%N	5,54	0,69	-
Solución nitrogenada 20%	20%N	6,37	0,87	-
Ácido nítrico	12,5%N	<1	<0,5	-
Solución N. cal	8%N 16%CaO	6,4	0,63	-
Solución N. magnésico	7%N 9,5% CaO	6,4	0,5	-
Ácido fosfórico	52%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<1	1,5	-
Solución potásica	varios	-	-	-
Solución NPK	varios	-	-	-

**Fuente:** <http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=1072>

Se deben evitarse valores de pH inferiores a 5 (a pH = 4 se dañaría la raíz de la mayoría de los cultivos). También se deben evitar valores superiores a 6,5 donde bajarían drásticamente la disponibilidad de algunos micronutrientes.

Hay que tener en cuenta que en los suelos o en los sustratos orgánicos, debido a la capacidad tampón que éstos poseen, las variaciones de pH se produce a largo plazo, sin

embargo en la mayoría de los sustratos minerales tiene capacidad tamponadora muy baja y las variaciones de pH se producen rápidamente.

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:**

1. Temas de química agrícola. S. Navarro Blaya, G. Navarro Garcia. Editorial Academia, S.L.
2. El suelo, los fertilizantes y la fertilización de los cultivos. A. Guerrero. Ediciones Mundi-Prensa.
3. Cultivos herbáceos extensivos. A. Guerrero. Ediciones Mundi-Prensa.
4. Fertilizantes. A. Gros, A. Dominguez Vivancos. Ediciones Mundi-Prensa.
5. Tratado de fitotecnia general. P. Urbano Terron. Ediciones Mundi-Prensa.
6. El suelo y los fertilizantes. J. Luis Fuentes Yagüe. Ediciones Mundi-Prensa.
7. Fertilizantes y fertilización. A. Finck. Editorial Reverté.
8. Manejo de la disolución nutritiva y diagnóstico en cultivos sin suelo. Antonio L. Alarcón Vera. Artículos publicados en "Vida Rural". Parte I. 01/05/02 Parte II. 15/05/02.

# Capítulo 17

## Nitratos y nitritos

Lilia A. Albert \*

### 1. ANTECEDENTES

La toxicidad de nitratos y nitritos se conoce desde fines del siglo pasado. Ya en 1895, Mayo describió algunas intoxicaciones en ganado y las atribuyó a la ingestión de nitratos. En 1945, Conway asoció por primera vez la methemoglobinemia fatal en un infante con la ingestión de agua de pozo contaminada con nitratos. Desde entonces hasta 1979, se habían reportado cerca de dos mil casos similares en todo el mundo, aproximadamente el 10 % de los cuales causaron la muerte de los afectados. En Estados Unidos, el caso más reciente de muerte por esta causa ocurrió en 1987.

Es importante destacar que, aunque el agente responsable de esta enfermedad son los nitritos, debido a que éstos se forman naturalmente a partir de los nitratos, un factor determinante en la incidencia de esta enfermedad es la concentración de nitratos en el agua y los alimentos. Para dar una idea de la gravedad y magnitud potencial de este problema, basta mencionar que los datos obtenidos a través del *Global Environmental Monitoring System* (GEMS) indican que el 10 % de los ríos que se estudiaron en todo el mundo tenían concentraciones de nitratos en exceso del límite permisible que recomienda la OMS. Los estudios de GEMS también encontraron que, en Europa, el 5 % de los ríos tenían concentraciones de nitratos hasta 45 veces mayores que la concentración natural.

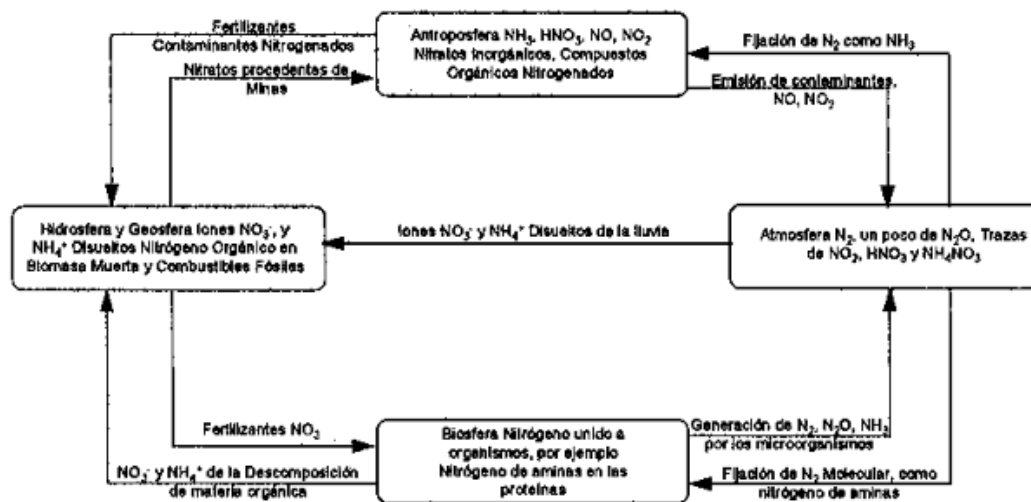
---

\* Sociedad Mexicana de Toxicología, Xalapa, Ver.

## 2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y QUÍMICA AMBIENTAL

Los iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) son aniones inorgánicos de origen natural que forman parte del ciclo del nitrógeno (véase el Capítulo 3). En este ciclo, los desechos que contienen nitrógeno orgánico se descomponen en el suelo o el agua, por acción de los microorganismos, para formar amoníaco en primera instancia. Posteriormente, éste se oxida para formar iones nitrito y éstos, a su vez, para dar nitratos. Este ciclo se esquematiza en la figura 17.1.

FIGURA 17.1  
Ciclo del Nitrógeno



Fuente: Modificado de Manahan (1994).

Los organismos superiores, incluyendo al hombre, no pueden aprovechar directamente el nitrógeno del aire, que es esencial para la vida, y requieren de la intervención de los microorganismos fijadores de nitrógeno, que lo pueden

captar de la atmosfera y combinarlo enzimáticamente, para formar compuestos orgánicos.

En general, los nitratos (sales del ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ ) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ión; la estructura de éste es plana y de alta estabilidad, con el nitrógeno en el centro y los oxígenos en las esquinas de un triángulo equilátero y, en ella, cada uno de los enlaces N-O es un híbrido de un enlace sencillo y uno doble. Esta es la forma del nitrógeno más estable termodinámicamente en presencia de oxígeno, por lo que, en los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos.

Los nitritos (sales del ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ ) son solubles en agua y, por lo general, más estables que el ácido del que provienen. Se forman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana.

El ión nitrito es menos estable que el ión nitrato, es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que sólo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos, y de que, en general, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas, así como en el ambiente. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y por factores abióticos.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados –incluyendo el amoníaco– así como la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Generalmente, los nitratos son solubles y no se adsorben a los componentes del suelo, por lo que son movilizados con facilidad por las aguas superficiales y subterráneas.

### **3. FUENTES AMBIENTALES**

Como ya se señaló, la presencia natural de nitratos y nitritos en el ambiente se debe al ciclo del nitrógeno, por lo que cualquier alteración antropogénica

de este ciclo modificará las concentraciones normales de nitratos y nitritos en el ambiente. Entre estas alteraciones son especialmente importantes la fijación industrial de nitrógeno y la emisión de grandes cantidades de óxidos de nitrógeno en las zonas urbanas, los cuales se transformarán eventualmente en nitratos (véanse los Capítulos 9 y 10).

Las fuentes ambientales más importantes de nitratos y nitritos son antropogénicas e incluyen:

- El uso de fertilizantes nitrogenados
- La disposición de excretas
- La disposición de desechos municipales e industriales
- El uso de aditivos alimentarios.

A continuación se discute brevemente cada una de ellas.

### 3.1 USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

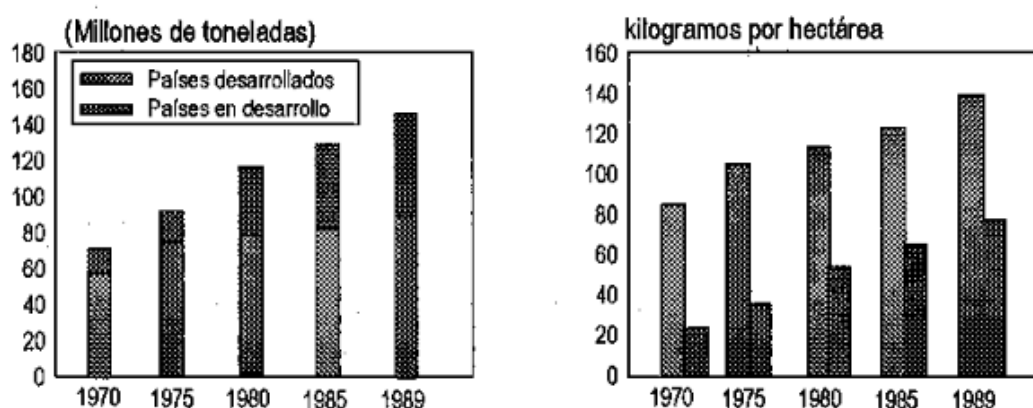
El nitrógeno es un elemento esencial para las plantas que lo requieren para la síntesis de proteínas. Cuando no hay rotación de cultivos ni policultivos, como ocurre en la agricultura de monocultivo, el nitrógeno disponible en los suelos se reduce continuamente, por lo que es necesario reponerlo mediante fertilizantes sintéticos. El uso de estos fertilizantes ha aumentado notoriamente en los últimos años y, en los países desarrollados, se llegan a aplicar hasta 550 kg/ha de suelo cultivable por año (véase la figura 17.2).

En las zonas agrícolas, los fertilizantes nitrogenados son la fuente principal de contaminación con nitratos de los acuíferos poco profundos, de los cuales proviene la mayoría del agua de bebida de las poblaciones rurales.

En los estudios que se han realizado al respecto, se ha comprobado que la contaminación del agua subterránea es un problema cada vez más grave en los países en desarrollo. Así por ejemplo, en Jamaica ha sido necesario cancelar el uso de más del 50 % de las fuentes de agua subterránea, mientras que, en Argentina, se calcula que alrededor de 10 millones de habitantes están expuestos a altos contenidos de nitrato en el agua. A pesar de esta

realidad, el número de estudios sobre la presencia de nitratos en las aguas subterráneas es muy bajo en estos países.

**FIGURA 17.2**  
**Aumento en el Consumo Mundial de Fertilizantes**



Fuente: Modificado de PNUMA (1984).

### 3.2 DISPOSICIÓN DE EXCRETAS

Otra fuente importante de contaminación por nitratos son las excretas de los animales, por ejemplo, un novillo de 450 kg excreta alrededor de 43 kg de nitrógeno/año, en consecuencia, la cría intensiva de animales de cualquier tipo (bovinos, porcinos o aves) es una fuente importante de nitrógeno, la mayoría del cual eventualmente se transformará en nitratos, los que pasarán a las aguas superficiales y profundas de la zona.

Otro aporte relacionado es la contaminación que puede originarse en algunas fosas sépticas, especialmente en los pozos más profundos. Como resultado, durante las temporadas de sequía —o de deshielo en los países fríos— tanto los pozos domésticos como los sistemas de aprovisionamiento de agua que utilizan aguas superficiales pueden contener concentraciones de nitratos más elevadas que lo normal.



### 3.3 DISPOSICIÓN DE DESECHOS MUNICIPALES E INDUSTRIALES

Las descargas de desechos municipales e industriales son fuentes concentradas de compuestos de nitrógeno y, en los países en desarrollo, en su mayoría se depositan directamente en las aguas superficiales, las cuales pueden tener concentraciones elevadas de estos compuestos, aún después de ser tratadas, pues el tratamiento secundario logra eliminar, cuando mucho, el 20 % del nitrógeno presente. Los lodos de las plantas de tratamiento pueden ser otra fuente importante de contaminación con nitrógeno y también pueden ocurrir filtraciones al subsuelo a partir de las lagunas de estabilización, lo que es una fuente adicional de contaminación.

Considerando que la cantidad de nitrógeno en las excretas humanas se calcula en unos 5 kg/persona/año, se puede comprender fácilmente la grave alteración del ciclo del nitrógeno que se genera en las zonas a las que llegan las aguas residuales de los grandes ciudades, en particular, el aumento en la concentración de nitratos en los suelos y aguas de esas zonas.

El contenido de nitrógeno en los desechos industriales depende del producto y del proceso; generalmente, las industrias de elaboración de alimentos, las refinerías y la industria petroquímica son las fuentes más importantes de contaminación ambiental con nitrógeno, la que necesariamente influirá sobre el ciclo de este elemento y sobre la presencia ambiental de nitratos y nitritos.

Por otra parte, la cantidad de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) que se generan por el uso de combustibles fósiles en los vehículos automotores y los procesos industriales es muy elevada y una proporción considerable de este nitrógeno regresa a la superficie terrestre en forma de nitratos (véanse los Capítulos 9 y 10).

### 3.4 USO DE ADITIVOS ALIMENTARIOS

La sal común mezclada con nitrato de potasio se ha empleado desde épocas remotas para la conservación de carnes, la cual se debe a la acción antimicrobiana del ión nitrito. El uso de nitratos (como fuente de nitritos) y, directamente de nitritos, es frecuente en la elaboración (curado) de derivados de la carne, como tocino, salchichas, y otros embutidos, que deben



almacenarse por largo tiempo, y en la conservación de pescado en algunos países. Su objeto es evitar el desarrollo de *Clostridium botulinum* y otras bacterias. Al mismo tiempo, estos aditivos mantienen y aumentan el color y sabor característicos de la carne, por formación de pigmentos rosados y desnaturalización de las proteínas y su acción antioxidante retarda el enranciamiento. Para lograr una estabilidad y presentación comercial aceptables de ciertos productos cárnicos se requiere aplicar aproximadamente 50 mg de nitrito/kg de alimento.

En la industria de quesos de algunos países se suelen emplear los nitratos de sodio o potasio como agentes antimicrobianos.

### 3.5 OTRAS FUENTES

Los vegetales son la fuente de más del 70 % de los nitratos en una dieta común, aunque rara vez contienen cantidades de éstos que puedan causar efectos tóxicos agudos. La concentración de nitratos en los vegetales depende, sobre todo, del uso de fertilizantes nitrogenados, aunque otros factores también la favorecen, entre ellos, la actividad de algunas enzimas y la presencia o deficiencia de otros elementos esenciales como potasio, hierro o molibdeno. Entre los vegetales con mayores concentraciones naturales de nitratos están la lechuga, la coliflor, la espinaca y el brócoli, así como los tubérculos y raíces comestibles, a este respecto merece mención especial el tabaco. Durante la cocción de los vegetales, parte de los nitratos presentes pasa al agua, lo que puede reducir el riesgo que representan, sin embargo, esto no ocurre si esta agua se utiliza para preparar los alimentos.

El remanente de los nitratos en una dieta común proviene del agua de bebida (cerca de 21 %) y de la carne y sus productos (aproximadamente 6 %), cuando en ellos se han usado nitratos o nitritos como aditivos; la principal fuente de nitratos para los bebés es el agua que se emplea en la preparación de la leche en polvo.

En los laboratorios químicos pueden ocurrir exposiciones accidentales a nitritos y se conocen casos de intentos suicidas. En algunos países es frecuente el abuso deliberado de nitritos orgánicos volátiles (de amilo, butilo e *iso*-butilo) como agentes sicodélicos o afrodisíacos. Otras posibles fuentes

de exposición a estos agentes incluyen el nitrito de sodio que se usa como agente anticorrosivo en líquidos de enfriamiento y los gases nitrosos para soldadura. Han ocurrido intoxicaciones graves y muerte cuando se ha confundido el nitrato de sodio con sal común, y se ha ingerido con los alimentos.

En diversos procesos químicos como la producción de colorantes diazóticos, el tratamiento de superficies metálicas y diferentes tratamientos galvanoplásticos, se utilizan o se generan nitritos.

La exposición a nitratos y nitritos también puede ocurrir a través de ciertos medicamentos, por ejemplo, por el uso tópico de nitrato de plata para tratar quemaduras, el de antimaláricos y otros. En el cuadro 17.1 se resumen las principales fuentes de exposición a nitratos y nitritos. Como es lógico, la importancia relativa de estas fuentes varía en los distintos países y para los diferentes individuos.

## SALINIDAD EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

### Introducción.

La salinización y la alcalinización (sodicación o sodificación) de los suelos agrícolas son quizás los problemas más serios que enfrenta la agricultura en nuestros días. La aceleración de estos procesos se debe a la intensificación global de la desertificación, al bombeo indiscriminado del agua para riego en zonas cercanas al mar y a la introducción masiva de sistemas de riego, sin asegurar que el destino final del drenaje sea el mar. Estos procesos provocan una disminución en el desarrollo y la producción de varios cultivos. En el caso de cultivos sensibles como aguacate, frutales y cítricos está en peligro su existencia. Dentro de los rangos normales de salinidad, la sensibilidad de la planta está determinada sobre todo por la composición de las sales y no por la concentración total de éstas.

### Concentración total de sales.

La conductividad eléctrica (CE) nos sirve para medir la concentración total de sales en una solución, pero no indica qué sales están presentes. La CE se expresa en dS/m (anteriormente denominada mmho/cm). Cuando se habla de la CE, debemos siempre especificar si es la CE del agua de riego, la CE del agua de drenaje o la CE de la solución del suelo. En el caso de la CE de la solución del suelo, hay que especificar en qué estado de humedad del suelo. En laboratorios de suelo se determina la CE del extracto de suelo saturado o una relación determinada de suelo:agua. La siguiente tabla relaciona la medición de la CE en extracto de suelo saturado con la medición en distintas relaciones de suelo:agua :

conductividad de extracto de suelo saturado	conductividad de extracto de suelo 1:2	conductividad de extracto de suelo 1:5
0.00 a 0.75	0.00 a 0.25	0.00 a 0.12
0.75 a 2.00	0.25 a 0.75	0.12 a 0.35
2.00 a 3.50	0.75 a 1.25	0.35 a 0.65
3.50 a 5.00	1.25 a 1.75	0.65 a 0.90
5.00 a 6.00	1.75 a 2.25	0.90 a 1.10
> 6.00	> 2.25	> 1.10

A medida que el suelo se seca, la CE de la solución del suelo va en aumento. A una misma cantidad de sales aplicada al suelo, la concentración de las sales en la solución de suelo en capacidad de campo será menor, cuanto más agua sea capaz de retener el suelo.

Conociendo la CE podemos evaluar, aproximadamente, otros parámetros:

- Contenido de sales en la solución (en gramos/litro) = CE (dS/m) a 25°C x 0.64
- Presión osmótica de la solución (en atmósferas) = CE (dS/m) x 0.36
- Contenido de sales en el agua (en meq/L) = CE (dS/m) x 10

Síguenos también en:



Blog Twitter LinkedIn Web

**Planta Niebla**  
Ctra. Niebla - Bonares, km. 1.8  
21840 Niebla - Huelva  
T. Pedidos 959 362 007  
T. 959 362 002  
F. 959 362 142  
info@gatfertiliquidos.com

**Planta Lobón**  
Camino de Lobón o Almondralcjo S/N  
08495 Lobón - Badajoz  
T. Pedidos 924 447 972  
T. 924 447 914  
F. 924 447 877  
info@gatfertiliquidos.com

**Planta Almería**  
Camino de los militercas S/N - Sdo de la Noliva  
04718 Las Romas - El Ejido - Almería  
T. Pedidos 950 587 348  
T. 950 587 458  
F. 950 587 393  
info@gatfertiliquidos.com

En relación con la CE, el Laboratorio de Salinidad de Riverside (USA) clasifica el agua en los siguientes seis grupos:

**GRUPO C1:** CE entre 0.10 y 0.25 dS/m. Agua de "Baja Salinidad", apta para el riego de cualquier cultivo, en cualquier tipo de suelo, con baja o nula probabilidad de generar salinidad en los suelos.

**GRUPO C2:** CE entre 0.25 y 0.75 dS/m. Este tipo de aguas se consideran como de "Salinidad Media"; pueden usarse para el riego de cultivos, a condición de que exista cuando menos, un lavado moderado de los suelos. La mayoría de cultivos, resisten esta agua, sin prácticas especiales de control.

**GRUPO C3:** CE entre 0.75 y 2.25 dS/m. Este tipo de aguas se consideran como de "Salinidad Alta" y solamente deben usarse en suelos con buen drenaje y en cultivos resistentes a las sales.

**GRUPO C4:** CE entre 2.25 y 4.00 dS/m. Este tipo de aguas se consideran como de "Salinidad Muy Alta" y en muchos casos no son recomendables para riego. Sólo deben usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso. Sólo para cultivos muy tolerantes a la salinidad.

**GRUPO C5:** CE entre 4.00 y 6.00 dS/m. Agua de "Salinidad Excesiva". Sólo debe usarse en casos muy especiales, extremando las precauciones.

**GRUPO C6:** CE entre 6.00 y 10.00. Agua no aconsejable para el riego en ningún caso.

### Composición de las sales del suelo.

Los principales cationes presentes en suelo son:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  y  $\text{K}^{+}$ .

Los principales aniones presentes en el suelo son:  $\text{HCO}_3^{-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , y  $\text{NO}_3^{-}$ .

Para conocer la composición de las sales, debemos hacer un análisis químico de la solución.

Cualquier elemento puede convertirse en tóxico para la planta si su concentración en la solución del suelo es alta, o si se encuentra en desequilibrio con otros elementos. Los elementos que más frecuentemente pueden encontrarse en la solución del suelo en niveles perjudiciales para las plantas son el cloro, el boro y el sodio, sobre todo en zonas áridas y semiáridas, aunque en determinadas condiciones pueden abundar también en regiones más húmedas.

Entre los procesos que favorecen la salinización del suelo mencionaremos los siguientes:

- **Calidad del agua de riego y su manejo.** La fuente principal del cloruro, el boro y el sodio es, en muchos casos, el agua de riego. El manejo correcto del riego puede reducir la toxicidad de estos elementos.
- **Bombeo exagerado,** sobre todo de pozos cercanos al mar.
- **Lluvias escasas.** Una baja pluviometría no asegura el lavado de las sales que se acumulan en el suelo como resultado del riego. No hay aportes de agua a los acuíferos. Se usa agua de menor calidad.
- **Alta evaporación.** En regiones con una tasa alta de evaporación las sales se concentran en la capa superior del suelo.
- **Capa freática superficial.** Las sales que contiene el agua que llega con facilidad a la superficie del suelo por capilaridad se concentran en la capa superior del suelo.
- **Alta capilaridad del suelo.** Relacionado con los dos puntos anteriores.
- **Tipo de suelo.** Suelos arcillosos tienden a salinizarse con más facilidad.

Síguenos también en:



Blog Twitter LinkedIn Web

Planta Niebla  
Ctra. Niebla - Sanca, km. 1.8  
21840 Niebla - Huelva  
T. Pedidos 959 362 007  
T. 959 362 002  
F. 959 362 142  
info@gatfertilizantes.com

Planta Lobón  
Camino de Lobón a Almodroblejo S/N  
06495 Lobón - Badajoz  
T. Pedidos 924 447 972  
T. 924 447 914  
F. 924 447 877  
info@gatfertilizantes.com

Planta Almería  
Camino de los molinos S/N - Sdo de la Helina  
04718 Los Nories - El Ejido - Almería  
T. Pedidos 950 587 346  
T. 950 587 458  
F. 950 587 393  
info@gatfertilizantes.com

## CANINE PRACTICE — PHARMACOLOGY

The effect of dog urine on lawn grasses is reported. Materials and methods used in testing on four plots of lawn grasses are described. Color illustrations of the results of the experimentation are included. Six studies of various urine concentrations are discussed and the results presented in tabular format. Recommendations for preventing lawn burn from dog urine are included.

### A PRACTITIONER REPORT

## Lawn Burn from Dog Urine

**A. Wayne Allard, D.V.M.**  
Director, Allard Animal Hospital  
714 North Taft  
Loveland, Colorado 80537

*Though this report is not strictly within the medical and surgical care area usually presented in Canine Practice we felt that this study offered practitioners useful information to discuss with their clients. The problem of lawn damage is often a consideration in choosing a dog as a pet and the suggestions here will give practitioners information to offer their clients in solving this problem.*

*The Editors*

### Introduction

A survey of Colorado practitioners and a literature review indicated a need for information about the effect of dog urine on lawn grasses. This article is an attempt to provide information on the problem and to encourage further study.

### Materials and Methods

In May four plots were established on a lawn of mixed grasses consisting mainly of fescue grass (*Festuca sp. var. Kentucky 31*). Definitions of various degrees of effects on lawns were established.

- Fertilizer effect: Lush green growth, no brown discoloration of leaves.
- Slight burn: Lush peripheral growth, discoloration of leaves, grass returns in 30 days (Fig. 1).
- Moderate burn: Lush peripheral growth, small brown spot persists after 30 days (Fig. 2).
- Severe burn: Lush peripheral growth, large brown spot persists after 30 days (Fig. 3).





laboratory data was helpful in that it evaluated pH, urinary tract infections and aided in urine volume-concentration studies.

#### Discussion

The pH of urine has no effect on lawn burn, but DL-methionine had some effect in reducing lawn burn. This can be explained by the transient diuretic effect from urinary acidifiers.<sup>1</sup> The more dilute urine is less toxic to lawn grass. Salt seems to be a more effective and economical alternative to DL-methionine. In fact, a history where a dog has suddenly quit burning the lawn would warrant further consideration of medical problems associated with diuresis.

Lawn burn would be less of a problem with those owners who water their lawns frequently and who have a more resistant species of lawn grass. Fescue grass is the most resistant of the four main grasses grown in Colorado.

Small dogs that urinate smaller amounts of urine would be less of a problem. Also one might conclude that male dogs would be less of a problem than female dogs because male dogs are more territorial<sup>2</sup> and tend to urinate small amounts in a number of different locations.

The amount of solutes in the urine and how it relates to the type of grass, urine volume, and lawn watering determines the degree of urine burn. Quantifying the effect of urinary nitrogenous waste on lawns and its relation to diet would require additional studies that might be undertaken by a commercial dog food company. Recommendations on preventing lawn burn from dog urine include:

- ▶ Consider having small dogs as pets if they are confined on lawn grass.
- ▶ Water frequently. If there is a water scarcity divide the lawn into three areas, watering each area once every 3 days immediately after removing the dog. Leave dog in each area no longer than 1 day.
- ▶ Plant a resistant grass. Fescue grass is best or a rye grass may be considered.

*Continued*



**Only you can  
provide the  
right diet  
for your  
patient.**

Nutrition is a vital aspect of your patient's treatment. One which only you can provide with **SPECIAL DIET FORMULATION** . . . available only under the supervision of a veterinarian.

**SPECIAL DIET N** for canine conditions related to nephritis.

**SPECIAL DIET S** for canine stress periods.

**SPECIAL DIET O** for obese dogs.

**SPECIAL DIET E** for GI conditions and post-surgical recovery.

**SPECIAL DIET F** for feline urolithiasis.

**SPECIAL DIET M** for maintaining healthy dogs and cats.

**SPECIAL DIET H** for dogs and cats requiring a low-sodium diet.

Each diet is palatable and readily accepted by the patient. Each is a nutritionally complete diet for a specific health need.

Order **SPECIAL DIET FORMULATION** directly from your veterinary supplier.

**CADILLAC PET FOODS, INC.  
SPECIAL DIET DIVISION  
PENNSAUKEN, NJ 08110**

**TABLE 5**  
**Effects of Variable Solutes<sup>a</sup> on Four Varieties of Grasses<sup>b</sup>**  
**2 Days After 120 cc Urine Applied**

Specific Gravity	Osmolality	<i>Poa</i> sp.	<i>Cynodon</i> sp.	<i>Lolium</i> sp.	<i>Festuca</i> sp.
1.065	1744 mOs/kg	severe	severe	severe	severe
1.045	1340 mOs/kg	severe	severe	severe	moderate
1.035	1174 mOs/kg	severe	severe	moderate	slight
1.025	515 mOs/kg	severe	severe	fertilizer effect	fertilizer effect

a. Quantity of urine applied was 120 cc; pH was 7.0.

b. Grasses were watered 2 days after application.

**TABLE 6**  
**Responses to Practitioner Survey<sup>a</sup>**

Response	No. of Responses
Lacked success	16
Recommended urinalysis	6
Removed from grass	6
Treated dog (urinary acidifiers)	17
Treated lawn (watered)	13
Treated lawn (soapy water)	1
Treated dog (Vitamin C)	1
Treated dog (low protein (high quality protein) diet)	6
Treated dog (salt)	2
Treated dog (baking soda)	1
Inadvisable to treat dog	2

a. 31 responses from practices were received from 65 requests.

#### Study 5

Study 5 consisted of four plots with different lawn grasses and each plot was staked to mark four variable specific gravity samples of 1.025 (515 mOs/kg), 1.035 (117 mOs/kg), 1.045 (1340 mOs/kg) and 1.065 (1744 mOs/kg) (Fig. 4). The four grasses were *Poa pretensis* (Kentucky bluegrass), *Lolium perenne* (fine bladed rye), *Festuca* sp. var. Kentucky #31 (Fescue), and *Cynodon* sp. var. fairway (Fairway crested wheat). A composite urine sample was collected and divided into four

different dilutions. Each solution was applied to the four plots of grass (Figs. 4 & 5). Samples of each solution were frozen and sent to the laboratory to be tested for osmolality. Osmolality values are an average between two readings on the Wescor vapor Osmometer (Table 5).

#### Study 6

Study 6 consisted of the survey question, "How do you treat lawn burn from dog urine?" sent to 65 Colorado practices. Thirty-one responses were received and summarized (Table 6).

#### Results

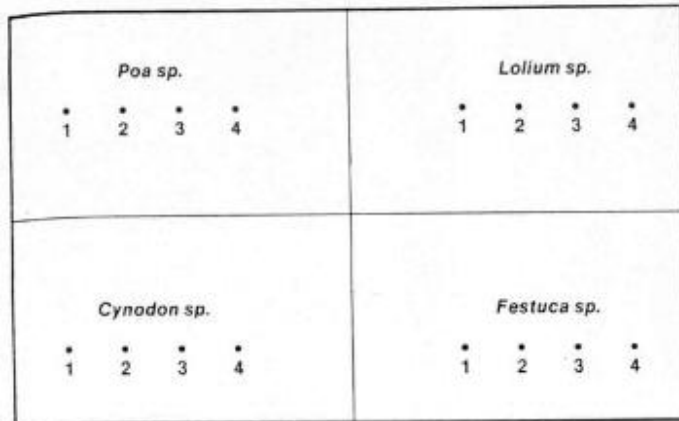
Study 1 showed no difference on lawn grass between pH 5.0 and 8.0. All three urine samples caused marked urine burn. In Study 2 DL-methionine (urinary acidifier) moderately reduced the effect of urine on lawn grass while salt had a greater effect. Study 3 showed that water applied to grass less than 12 hours after dog urine prevented grass kill and allowed only a slight burn before 1 day. In Study 4 the quantity of urine has no effect under 15 cc with a specific gravity of 1.065. Thirty cc caused only slight burn, 60 cc caused moderate burn and any amount over 120 cc caused marked burn.

Study 5 revealed that Kentucky bluegrass and Fairway crested wheat grass were very susceptible to burn from dog urine. Rye grass was more resistant and fescue grass was the most resistant. Depending on the species of grass, high concentrations of urinary solutes caused more burn than low concentrations.

In the sixth study, out of 31 practices responding, 55% used urinary acidifiers, 42% recommended watering the lawn, 52% indicated a lack of success with any treatment and many cited the obvious but not always practical solution of removing the dog from the grass. Six of the respondents suggested that reducing the excessive urinary nitrogenous wastes with high quality low protein diets would be of value. Several also felt that



Diagram of Figures 4 and 5

**Study 1**

Study 1 consisted of a composite dog urine sample divided in 150 cc units, with a variable pH. Solution A was 150 cc of composite sample acidified by adding vinegar ( $C_2H_3O_2$ ). Solution B was 150 cc of composite sample with pH of 6. Solution C was 150 cc of composite sample alkalinized by adding sodium bicarbonate ( $NaHCO_3$ ). Solution D was 150 cc of water acidified by adding vinegar. Solution E was 150 cc of water alkalinized by adding  $NaHCO_3$  (Table 1).

**Study 2**

Study 2 consisted of three urine samples collected from the same dog used in Study 1. The first 150 cc sample was collected just prior to giving 550 mg DL-methionine (4.4 mg/kg body weight). The second 150 cc sample was collected 24 hours after treatment with DL-methionine (only urine voided after treatment). The dog was given 2 days to stabilize its urine back to the original pH and specific gravity values and treated with 2 gms of NaCl (80 mg/kg body weight). The third 150 cc sample was collected 24 hrs after this salt treatment (Table 2).

**Study 3**

Study 3 consisted of applying 150 cc composite urine samples on the lawn and watering the plots with 500 cc of tap water at varying time intervals (Table 3).

**Study 4**

Study 4 consisted of applying a composite urine sample in different quantities (Table 4).

**TABLE 1**  
Effects of Variable pH  
150 cc Solutions on Fescue Grass<sup>a</sup>

Solution	Effect on Lawn
Sol. A <sup>b</sup> (pH 5.0)	severe burn
Sol. B <sup>b</sup> (pH 6.0)	severe burn
Sol. C <sup>b</sup> (pH 8.0)	severe burn
Sol. D (H <sub>2</sub> O, pH 5.0)	no effect
Sol. E (H <sub>2</sub> O, pH 8.0)	no effect

a. Grass was watered 2 days after application of solutions.  
b. Specific gravity = 1.065

**TABLE 2**  
Effects of 150 cc Urine Samples  
From Variable Treatments on Fescue Grass<sup>a</sup>

Treatment	pH	Specific Gravity	Effect
No treatment	7.0	1.065	severe burn
DL-methionine	6.5	1.043	moderate burn
NaCl	6.5	1.040	slight burn

a. Grass was watered 2 days after application of urine samples.

**TABLE 3**  
Effects of Watering at Varying Time Intervals  
on Fescue Grass Treated with 150 cc Urine<sup>a</sup>

Application of Water	Effects
H <sub>2</sub> O applied immediately	fertilizer effect
Applied 4 hrs later	fertilizer effect
Applied 8 hrs later	fertilizer effect
Applied 12 hrs later	slight burn
Applied 1 day later	moderate burn

a. pH of urine was 7.0.

**TABLE 4**  
Effects of Application of  
Varying Quantities of Urine<sup>a</sup> to Fescue Grass<sup>b</sup>

Quantity of Urine	Effects
15 cc urine	no effect
30 cc urine	slight burn
60 cc urine	moderate burn
120 cc urine	severe burn
240 cc urine	severe burn

a. Urine had pH of 7.0 and specific gravity of 1.065.  
b. Grass was watered 2 days after application of urine samples.

Continued



- ▶ Add salt with plenty of water to promote diuresis and low urine concentrations.
- ▶ Consider a male dog instead of a female dog if you don't have evergreens (Fig. 6).
- ▶ A urinalysis would be valuable in evaluating salt therapy and eliminating those disease processes which might increase solutes.
- ▶ If feasible, fence off animals from lawn. ■

REFERENCES

1. Goodman LS and Gilman A: The Pharmacological Basis of Therapeutics, ed 4. The MacMillan Company, 1970, p 844.
2. Campbell WE: Behavior Problems in Dogs. Amer Vet Publ Inc, 1975, p 201.

## TELMINTIC<sup>®</sup>

(mebendazole) Powder

**Brief Summary:**

(For full information, see package insert.)

**Description:** Telmintic (mebendazole) Powder is methyl 5-benzoylbenzimidazole-2-carbamate.

**Actions:** Mebendazole exerts its anthelmintic effect by inhibiting glucose uptake by the susceptible parasite, thereby depleting the energy level necessary for survival.

**Indications:** Telmintic is recommended for infections of roundworms (*Toxocara canis*), hookworms (*Ancylostoma caninum*), whipworms (*Trichuris vulpis*), and tapeworms (*Taenia pisiformis*) in dogs.

**Adverse Reactions:**

Occasionally in dogs, hepatic dysfunction, sometimes fatal, especially following retreatment, has been reported with the use of Telmintic Powder.

In clinical trials with Telmintic (mebendazole) Powder, side effects were minimal. Vomiting or mild diarrhea were occasionally noted.

**Dosage and Administration:** The recommended dose of mebendazole for dogs is 22 mg/kg body weight once daily for 5 days.

**How Supplied:** Telmintic is supplied in 2.5 and 5.0 g packets, cartons of 100; and 10.0 g packets, cartons of 50.

**Caution:** Federal law restricts this drug to use by or on the order of a licensed veterinarian.

\*Trademark

  
PITMAN-MOORE

REPRINTS of this article may be obtained from the author **ONLY IF** a self-addressed, stamped return envelope is enclosed with your request.

This publication  
is available  
in microform.

University Microfilms  
International

Please send additional information

Name \_\_\_\_\_  
Institution \_\_\_\_\_  
Street \_\_\_\_\_  
City \_\_\_\_\_  
State \_\_\_\_\_ Zip \_\_\_\_\_

300 North Zeeb Road  
Dept. PR  
Ann Arbor, MI 48106  
USA

10-32 Mortimer Street  
Dept. PR  
London, W1P 7RA  
England

## **ANNEX 2:**

- **Llistat de materials utilitzats  
durant el projecte**

## **4.2. Materials utilitzats en el projecte**

### **4.2.1. Materials per a la sembra i creixement, i per als recs aplicats a les mostres**

#### **Sembra i creixement**

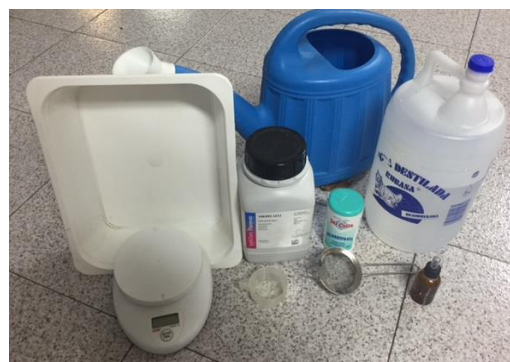
MATERIALS	ÚS
Parcel·les petites	Per a l'abocament de la terra
Substrat comercial	Per al creixement de les mostres
Sòl del parc "Les pruneres"	Per al creixement de les mostres
2 tipus de gespa comercial	Per a l'estudi de la part vegetal
Eines de sembra	Per a la sembra de les mostres

#### **Recs i seguiment**

MATERIALS	ÚS
Bicarbonat	Per a l'aigua carbonatada
Urea en pols	Per a l'orina artificial
Aigua destil·lada	Per als diferents tipus de rec
Bàscula de precisió	Per a la mesura d' urea i bicarbonat
Eines de rec	Per al rec de les mostres
Safates de recollida	Per a la recollida de l'aigua escolant



*Conjunt d'estrís per a la sembra i creixement de les mostres.*



*Materials emprats en els diferents recs utilitzats, i en la recollida d'aquests.*

#### 4.2.2. Materials per a l'estudi del substrat i el sòl

##### Treball de camp

MATERIALS	ÚS
Llibre descripció horitzons	Per a caracteritzar les mostres
Regle i cinta mètrica	Per a mesurar el volum de les mostres
Eines de tall (navalla)	Per a tallar les mostres estudiades
Bosses hermètiques i retoladors	Per a guardar i retolar les mostres

##### Treball de laboratori

MATERIALS	ÚS
pH-metre	Per a la mesura del pH
Conductímetre	Per a la mesura de la conductivitat
Sedàs de 2 mm de diàmetre	Per a l'obtenció de terra fina
Estufa 105°C	Per a l'estudi de l'humitat
Bàscula de precisió	Per a la mesura de les mostres
Altres estris de laboratori: <ul style="list-style-type: none"><li>● Proveta</li><li>● Corró</li><li>● Aigua destil·lada</li><li>● ...</li></ul>	Per a la realització dels altres estudis i experiments fets en el laboratori.



*PH-metre de la Universitat de Barcelona, utilitzat en el projecte*



*Sedàs de 2 mm de diàmetre utilitzat en l'estudi de laboratori.*

### 4.2.3. Materials per a l'estudi de la part vegetal

#### Treball de camp

MATERIALS	ÚS
Eines de tall	Per a la recollida de mostres de gespa
Bosses hermètiques	Per a guardar les diferents mostres
Retoladors permanents	Per a la retolació de les bosses

#### Treball de laboratori

MATERIALS	ÚS
Proveta	Per a mesurar l'alcohol de les barreges
Bàscula de precisió	Per pesar les mostres de les barreges
Tisores i estris de tall	Per al tall de les mostres recollides
Alcohol etílic	Per a la dissolució de pigments
Plaques de Petri / recipients circulars	Per a dipositar les diferents barreges
Plaques de silicagel	Per a la realització de cromatografies
Paper de filtre	Per a la realització de cromatografies



*Materials utilitzats per a l'estudi de la part vegetal en el treball de camp.*



*Estris utilitzats per a l'estudi de la part vegetal en el treball de laboratori.*

## **ANNEX 3:**

- **El projecte en imatges**

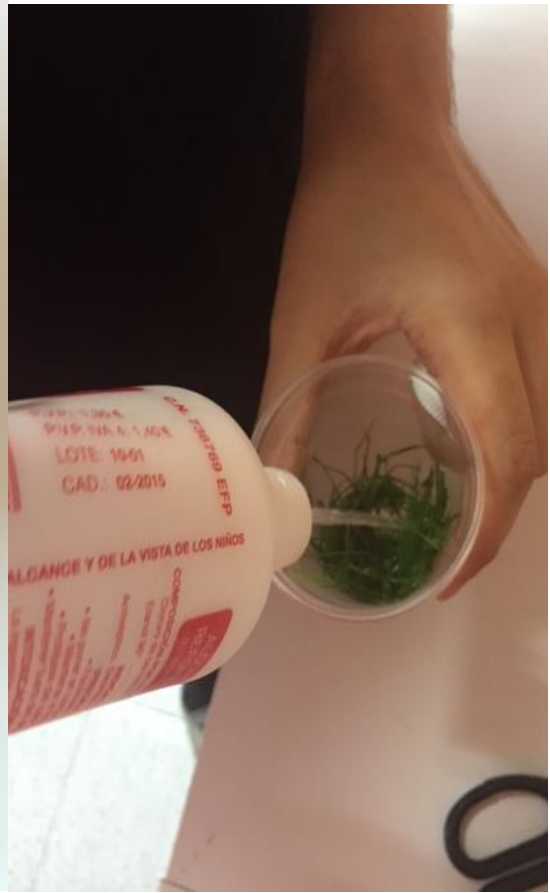












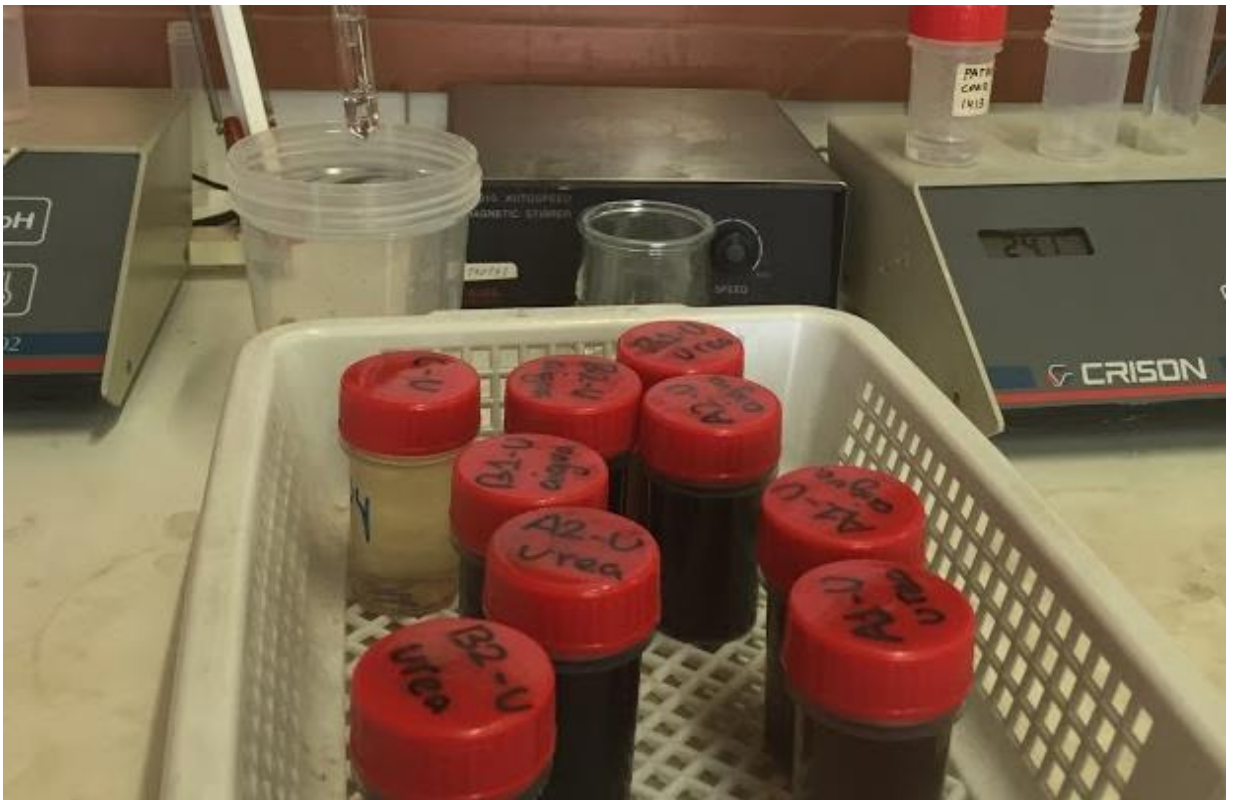


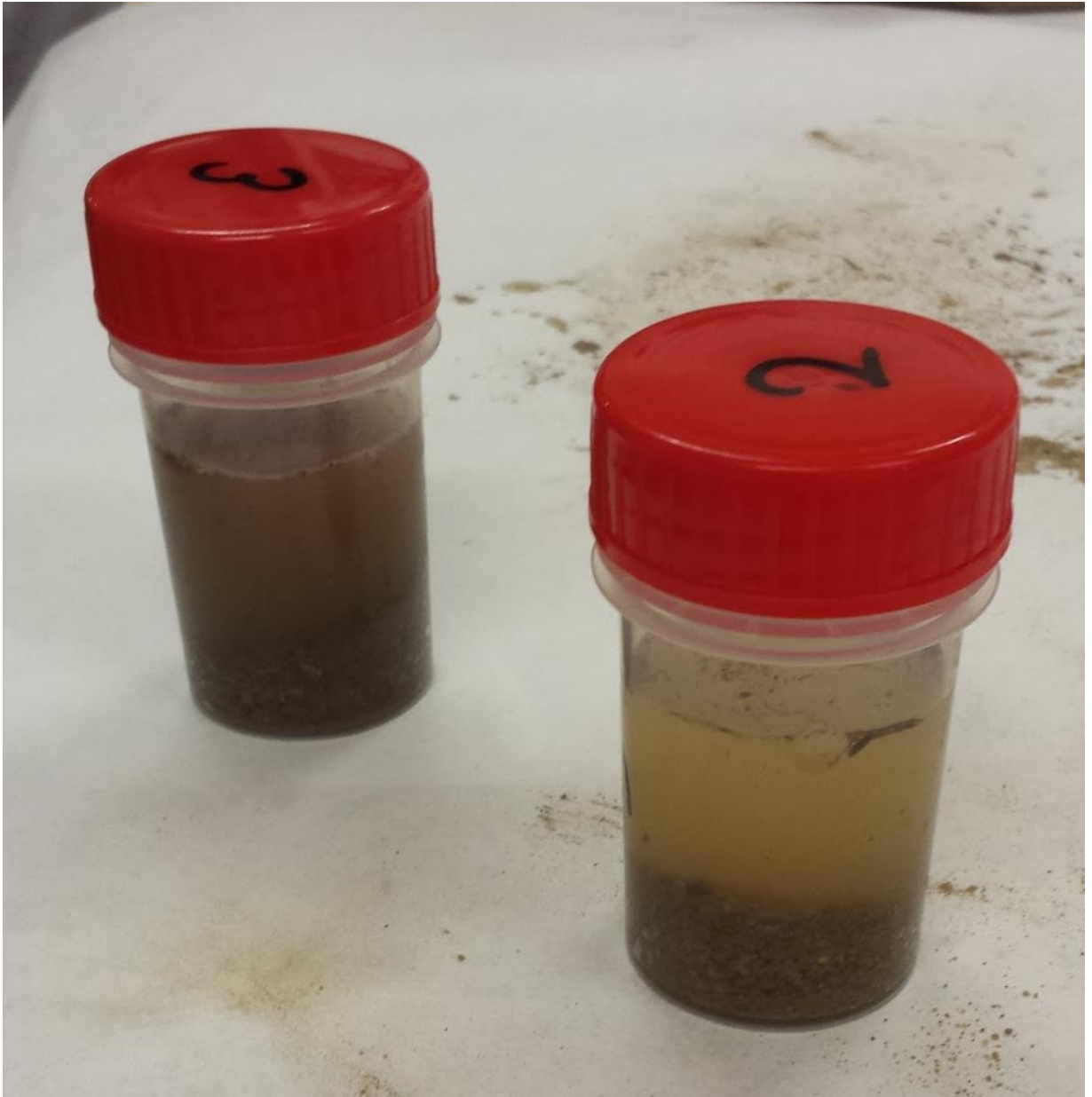












## **ANNEX 4:**

- **Primer informe preliminar any 2014 (presentat al certamen “Exporecerca Jove”)**

**FITOTOXICITAT PER UREA:  
ANÀLISI DELS EFECTES PROVOCATS PER L'ORINA CANINA EN  
CONTACTE AMB LA GESPA I POSSIBLE OBTENCIÓ DE FORMES  
RESISTENTS**

ARNAU ÀLVAREZ I AINA MARTORELL

4t ESO

Tutor: IVAN NADAL

Grup de "Recerca Científica" - INS El Vern  
Passeig de l'Església, s/n, 08185 Lliçà de Vall (Barcelona)

## **INTRODUCCIÓ**

T'has parat mai a pensar per què la gespa que envolta els arbres és groga? L'orina canina és l'única causa d'aquest fenomen? Afecta de la mateixa manera a tot tipus de gespa? Aquesta està composta per diverses substàncies, com l'amoníac, una substància tòxica que afecta a qualsevol tipus de planta quan la trobem en excés.

Pel que respecta a la bibliografia consultada, per una part, hem trobat que l'amoníac és la principal substància que mata o crema la gespa. D'altra, les solucions que es proposen perquè aquesta no entri en contacte amb l'orina es basen en ensinistrar i/o ensenyar al gos. És aquí on les dades no son clares i per on volem focalitzar el treball.

Els objectius inicials són:

- Estudiar els continguts en pigments vegetals d'una mostra de gespa no afectada per excés d'urea i una altra afectada.
- Estudiar quines reaccions te la terra en vers l'urea.
- Analitzar la composició de l'orina canina i trobar quines són les substàncies que afecten a la gespa.
- Buscar la possibilitat de trobar una mostra de gespa resistent a l'orina de gos.

## **HIPÒTESIS**

Les nostres hipòtesis inicials respecte els objectius marcats són:

- Tota la gespa morirà, independentment de la seva composició. En aquest sentit , la mortalitat d'aquest no depèn de la seva composició, sinó d'altres aspectes com els canvis que produeix l'orina sobre les característiques del sòl.
- La urea és la principal substància de que afectarà la gespa i la cremarà. Encara que és la principal font de nitrogen, i aquest és un bioelement bàsic per al desenvolupament foliar de les plantes, en excés pot provocar la mort.
- L'efecte fitotòxic pot actuar a dos nivells: foliar o edàfic. En relació amb el primer, la presència de pigments es veurà afectada amb l'excés d'urea, mentre



que en el segon cas, la urea podria variar el pH del substrat.

- No es trobarà cap mostra de gespa resistent a l'efecte de l'orina de gos. És per això que els efectes fitotòxics poden actuar en l'àmbit foliar o radicular, aspectes que s'han de tenir en compte per intentar aconseguir variants més resistents.

## MATERIALS I METODOLOGIA

### Variables

- **Pigment:** segons tipus de gespa comercial. V. qualitativa. Colors.
- **Recobriment:** segons tractament de la gespa. V. quantitativa. En %.
- **pH del sòl:** V. quantitativa. Sense unitats.

### Materials

- **Construcció i sembra:** petites parcel·les; 4 tipus de gespa comercial i substrat vegetal; bàscula; eines de sembra i plantació.
- **Recollida d'orina:** gossos i pots de plàstic. Urea comercial
- **Laboratori:** plaques de silicagel i mostres de gespes; plaques de Petri.

### Metodologia

**Construcció i sembra:** 4 parcel·les (1 c. i 3 tract.; 13x13x5 cm) per 4 gespes (16 total). Afegits 662 gr de substrat vegetal/p. Sembrat (x4) 5 gr de gespa/tipus/p. Regades diàriament amb 70 cL aigua/p (**fig. 1**). Llum natural. Control de la T del sòl.

**Recollida d'orina:** de diferents gossos. Posada en pots i congelada per conservació (**fig. 2**). Urea, així de passafirmem si es la substància que afecta.

**Laboratori:** realització de 2 cromatografies en silicagel (control i afectada); 2 gr / 40 mL d'alcohol per cromatografia. El filtrat s'ha eluït en placa de silicagel i observació dels pigments (**fig. 3**).

## RESULTATS

**Construcció i sembra:** en el moment de la realització d'aquest informe, l'alçada ha estat de 6 cm en 30 dies (**fig. 4**).

**Recollida d'orina:** actualment s'han congelat uns 400 mL. S'ha acabat utilitzant la urea en aigua, ja que es més fàcil de aconseguir a dissolució, i gràcies això em puguem saber que és l'urea la principal substància que afecta la gespa.

**Laboratori:** fins ara, els resultats són dues cromatografies realitzades en gespa d'un jardí públic. En la gespa control (**fig. 5a**), els pigments s'observen clarament en forma de bandes (grogà, xantofil·la, i verd, clorofil·les). En canvi, en la mostra afectada (**fig. 5b**), aquests no es mostren amb claredat, amb poca xantofil·la i clorofil·les.

Properament (**fig. 6**) es faran anàlisis sobre les mostres sembrades (control i tractades amb orina en una mateixa dissolució, la de l'orina (40 grams d'urea per litre), l'estudi

de la taxa fotosintètica amb diferents sensors de la casa PASCO (O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>) i l'estudi edafològic (determinació del pH i granulometria pel grau d'infiltració en terra).

**Sensor:** pel que fa als sensors, i al cromatògraf, just ara acaban d'arribar, i hem començat a analitzar diferents gràfics control i afectat.

## CONCLUSIONS

Fins al moment de la realització de l'informe, es pot concloure que :

- L'orina de gos afecta els diferents pigments vegetals, principalment sobre la clorofil·la, reduint la seva concentració a la planta. Encara no s'han pogut obtenir valors de taxa de fotosíntesi, mesurada en [CO<sub>2</sub>] que podrien complementar aquesta primera conclusió. Estem pendents que ens arribi el sensor d'aquesta mesura.
- L'acumulació d'orina als parcs provoca la mort progressiva de la gespa. En zones on s'han replantat, el seu creixement és molt pobre. Possiblement, aquesta orina s'acumula en el substrat, basificant el medi i dificultant aquest creixement.
- L'estudi del substrat del tipus de terra utilitzada (substrat vegetal) no permet determinar el % de retenció de substàncies com la urea. Això és degut a la manca de consolidació d'aquest tipus de terra en relació amb un terreny com podria ser una zona natural. Aquesta i l'anterior conclusió es té intenció que es millorin quan es faci l'anàlisi edafològic.

## AGRAÏMENTS

- En primer, mencionar a l'Ivan Nadal, tutor del projecte, que ens ha impulsat a creure en la recerca i a realitzar amb èxit el treball gràcies al seu optimisme característic que el fa un gran professor.
- Al Parc Científic de Barcelona (PCB), en especial a David Ramos, que ens han ajudat a formular possibles hipòtesis i a plantejar-nos el procés metodològic.
- A les nostres famílies, per el seu gran ajut personal, i pel seu recolzament i confiança en nosaltres en tot moment

## BIBLIOGRAFIA

### Publicacions



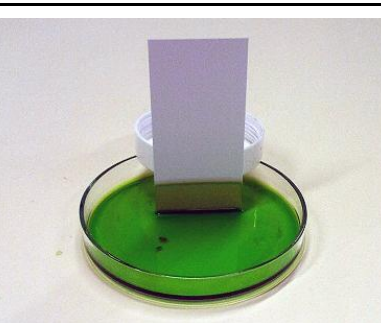

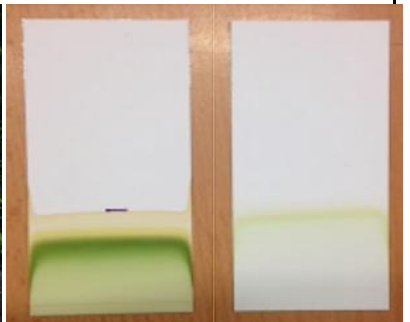

- ALLARD, W.A (1981). *Lawn Burn from Dog Urine*. Canine Practice, March/April 1981;8;(2);26-32. Publicació electrònica consultable a: <http://www.myxyz.org/phmurphy/dog/LawnBurn1.pdf>, 19-12-13
- OECD (2006), *Test No. 208: Terrestrial Plant Test: Seedling Emergence and Seedling Growth Test*, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2, OECD Publishing. Publicació electrònica, consultable a: [10.1787/9789264070066-en](https://doi.org/10.1787/9789264070066-en), 19-12-13

## Webs

- Composició de l'orina canina <http://pardoje2.wordpress.com/2012/11/01/de-los-perros-y-sus-orines/> , 5-11-13
- Gespa a prova de gossos: [http://www.ehowenespanol.com/cesped-prueba-perros-info\\_216367/](http://www.ehowenespanol.com/cesped-prueba-perros-info_216367/), 1-11-13
- Neutralització dels efectes de l'orina a la gespa: <http://www.ehowenespanol.com/neutralizar-dano-ocasionado-orina-perro/>, 1-11-13
- Tipus de gespa utilitzada: <http://semillasbatlle.es/es/cespedes> , 5-11-13

Per a més informació: <http://fitotoxicitatperurea.blogspot.com.es/>

## ANNEX

		
<p><i>Fig. 1. Un cop cobertes i llistes per regar.</i></p>	<p><i>Fig. 2. Sistema de recollida de mostres d'orina.</i></p>	<p><i>Fig. 3. Realització de la cromatografia en mostres de gespa d'un jardí públic.</i></p>
		
<p><i>Fig. 4. Situació actual d'un dels cultius de gespa, amb la mesura de la T del substrat.</i></p>	<p><i>Fig. 5. Resultats de les primeres cromatografies fetes a mostres de jardins públics: mostra no afectada (esquerra) i afectada (dreta).</i></p>	<p><i>Fig. 6. Reunió al departament de Fisiologia Vegetal del PCB amb el Dr. David Ramos.</i></p>

## **ANNEX 5:**

- **Pràctiques de laboratori per alumnat i professorat (castellà - certamen “Ciencia en acción” 2014/15)**

## PRÀCTICA 1 - REALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE UNA CROMATOGRAFÍA

NOMBRE Y APELLIDOS:

CURSO: FECHA:

### OBJETIVO

- Realización de una cromatografía en muestras de césped afectado y no afectado por orina canina.

### MATERIALES

- Muestras vegetales afectadas y no afectadas por la orina.
- Placas de *Petri*
- Placas de silicagel y papel de filtro
- Alcohol etílico 96°
- Herramientas de corte y medida
- Pipeta

### METODOLOGÍA

- Cortar las hojas de las muestras afectadas y no afectadas en trozos pequeños y mezclarlos con alcohol durante 30 min (en vasos diferentes).
- Recoger el líquido sobrante de las diferentes muestras y ponerlo cada uno en una placa de *Petri*.
- Hacer dos cromatografías de 20 minutos para cada muestra, una con placas de silicagel y la otra con papel de filtro.
- Observar las dos cromatografías y analizar los resultados.

Realiza fotografías del proceso metodológico y las adjuntas en cada recuadro. Sitúa, debajo un breve pie de figura de lo que representa cada una:


### RESULTADOS

Imágenes de las muestras estudiadas:

MUESTRA CONTROL

MUESTRA AFECTADA

--	--

Resultados de la cromatografía:

<b>MUESTRA CONTROL</b>	<b>MUESTRA AFECTADA</b>

### **PREGUNTAS FINALES**

1. ¿Qué función tiene el silicagel o el papel de filtro en la práctica?
2. ¿Qué diferencias observas en las muestras no afectadas y en las afectadas por orina canina?
3. ¿Qué pigmentos vegetales se ven alterados y disminuidos en su concentración en la muestra afectada?
4. ¿Dónde se observan mejor los pigmentos, en papel de filtro o en placas de silica gel?
5. ¿Cómo explicas, desde el punto de vista ecológico, que los pigmentos vegetales no se ven alterados en muestras de césped afectado por orina canina? ¿Se ha dado la situación en nuestra práctica?

## PRÀCTICA 1 - REALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE UNA CROMATOGRAFÍA

**NOMBRE Y APELLIDOS:**

MATERIAL PARA EL PROFESORADO

**CURSO:  
FECHA:**

### OBJETIVO

- Realización de una cromatografía en muestras de césped afectado y no afectado por orina canina.

### MATERIALES

- Muestras vegetales afectadas y no afectadas por la orina.
- Placas de *Petri* y Alcohol etílico 96°
- Placas de silicagel y papel de filtro
- Herramientas de corte y medida, y pipeta

### METODOLOGÍA

- Cortar las hojas de las muestras afectadas y no afectadas en trozos pequeños y mezclarlos con alcohol durante 30 min (en vasos diferentes).
- Recoger el líquido sobrante de las diferentes muestras y ponerlo cada uno en una placa de *Petri*.
- Hacer dos cromatografías de 20 minutos para cada muestra, una con placas de silicagel y la otra con papel de filtro.
- Observar las dos cromatografías y analizar los resultados.



*Fig. 1. Placas de silicagel. (i).*



*Fig. 2. Muestra de césped control. (c)*





*Fig. 3. Momento de la realización de la cromatografía (d).*

### RESULTADOS

Imágenes de las muestras estudiadas:

MUESTRA CONTROL	MUESTRA AFECTADA
	

Resultados de la cromatografía:

MUESTRA CONTROL	MUESTRA AFECTADA
	

### PREGUNTAS FINALES

1. ¿Qué función tiene el silicagel o el papel de filtro en la práctica?

*Respuesta modelo: como soporte para la representación de los pigmentos.*

2. Qué diferencias observas en las muestras no afectadas y en las afectadas por orina canina?

*Respuesta modelo: Que las no afectadas tienen más pigmentos en su composición que las afectada.*

3. ¿Qué pigmentos vegetales se ven alterados y disminuidos en su concentración en la muestra afectada?

*Respuesta modelo: Clorofila y xantofila, principalmente*

4. ¿Dónde se observan mejor los pigmentos, en papel de filtro o en placas de silicagel?

*Respuesta modelo: En placas de silicagel*

5. ¿Cómo explicas, desde el punto de vista ecológico, que los pigmentos vegetales no se ven alterados en muestras de césped afectado por orina canina? ¿Se ha dado la situación en nuestra práctica?

*Respuesta modelo: El césped no ha sido afectado por la orina, por lo tanto, es resistente a ella. En nuestra práctica no se ha dado esta situación.*



## PRÁCTICA 2 - ANÁLISIS DEL pH DEL SUELO DE MUESTRAS CONTROL Y AFECTADAS

**NOMBRE Y APELLIDOS:**

**CURSO:  
FECHA:**

### OBJETIVOS

- Analizar el pH de diferentes muestras de tierra.
- Utilizar diferentes métodos en la determinación del pH (tiras de pH y pH-metro), y valorar el concepto de error para cada uno de ellos.

### MATERIALES

- Muestras de suelo afectas y no afectado
- Tiras de ph y nitratos
- pH-metro
- Agua destilada
- Alcohol
- Vaso de precipitados
- Vara de vidrio
- Soluciones tampón (pH 4 y 7)

### METODOLOGÍA

- Realizar suspensión suelo-agua (1:2.5) de los diferentes suelos (afectados y no afectados), en diferentes vasos, con agua destilada.
- Agitar la suspensión durante 5 minutos. Dejar reposar 30 minutos.
- En el caso de las tiras pH se decanta la fase líquida.
- Introducir las tiras de pH durante 2 segundos, y sacudirlas durante un minuto.
- En el caso del pH-metro, calibrar el aparato. Realizar la lectura introduciendo la sonda del pH-metro en la suspensión.
- Analizar los resultados de las tiras de pH y el pH metro.

Realizar algunas imágenes del proceso metodológico e indicar brevemente qué representa cada una de ellas con un pie de figura:


## RESULTADOS

Completa las siguientes tablas, indicando el valor del pH para cada muestra y cada método utilizado:

	Tiras de pH	pH-metro
Muestra afectada		
Muestra no afectada		

## PREGUNTAS FINALES

1. Explica las principales diferencias a simple vista entre suelo afectado y no afectado.
2. ¿Qué diferencias observas en los valores del pH de las diferentes muestras de suelo?
3. ¿Cómo explicas que el pH de las muestras afectadas sea alcalino, si el pH de la urea es básico?

## PRÁCTICA 2 - ANÁLISIS DEL pH DEL SUELO DE MUESTRAS CONTROL Y AFECTADAS

NOMBRE Y APELLIDOS:

MATERIAL PARA EL PROFESORADO

CURSO:  
FECHA:

### OBJETIVOS

- Analizar el pH de diferentes muestras de tierra.
- Utilizar diferentes métodos en la determinación del pH (tiras de pH y pH-metro), y valorar el concepto de error para cada uno de ellos.

### MATERIALES

- Muestras de suelo control y afectado
- Tiras de ph y nitratos
- Agua destilada
- Soluciones tampón (pH 4 y 7)
- Alcohol
- Vaso de precipitados
- Vara de vidrio
- pH-metro

### METODOLOGÍA

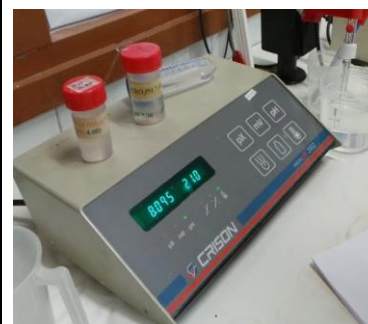
- Realizar suspensión suelo-agua (1:2.5) de los diferentes suelos (afectados y no afectados), en diferentes vasos, con agua destilada.
- Agitar la suspensión durante 5 minutos. Dejar reposar 30 minutos.
- En el caso de las tiras pH se decanta la fase líquida.
- Introducir las tiras de pH durante 2 segundos, y sacudirlas durante un minuto.
- En el caso del pH-metro, calibrar el aparato. Realizar la lectura introduciendo la sonda del pH-metro en la suspensión.
- Analizar los resultados de las tiras de pH y el pH metro.



*Fig. 2. Preparando el pesaje de las muestras*



*Fig. 3. Botes con la mezcla*



*Fig. 4. Medición del pH*

## RESULTADOS

Completa las siguientes tablas, indicando el valor del pH para cada muestra y cada método utilizado:

	Tiras de pH	pH-metro
<b>Muestra afectada</b>	8,4	8,6
<b>Muestra no afectada</b>	7,6	7,9

## PREGUNTAS FINALES

1. Explica las principales diferencias a simple vista entre suelo afectado y no afectado.

*Respuesta modelo: Suelo afectado: suelo muy compactado con poca vegetación y materia viva en su composición.*

*Suelo no afectado: suelo poco compactado, con vegetación y más materia viva.*

2. ¿Qué diferencias observas en los valores del pH de las diferentes muestras de suelo?

*Respuesta modelo: Las muestras afectadas, tienen un pH alcalino, mientras que las no afectadas, tienen un pH básico.*

3. ¿Cómo explicas que el pH de las muestras afectadas sea ácido, si el pH de la urea es básico?

*Respuesta modelo: Porque la urea en contacto con la tierra, sufre un proceso de alcalinización que alcaliniza el suelo*