

# **EFECTE DE LES EMISSIONS DELS GHG AL CULTIU DE PANÍS**



## RESUM

Em van oferir fer una estada a l'Escola d'Agrònoms de Lleida (ETSEA) i aprofitar-la per a realitzar el meu treball. Això va ser una gran oportunitat personal i professional. El treball que em van oferir és sobre el cultiu de panís, concretament, valorar les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GHG) en el cultiu de panís en regadiu. Tot i que era un nou tema, vaig acceptar ràpidament. Aquest treball té com a objectius quantificar les emissions en funció del tipus de fertilització nitrogenada i el tipus de conreu. La part més gratificant va ser que em donessin la seva confiança i que els resultats, els utilitzaran ells també.

Respecte a la part de resultats, no tots han estat els esperats. El dia en el qual s'agafen les dades, afecta als resultats perquè un dia se li aplica fertilitzant al sòl. El dia de la fertilització hi ha un pic en les gràfiques.

Pel que fa al tipus de conreu, el menys abusiu és el que envia més gasos a l'atmosfera. Pel que fa a la fertilització, com més quantitat de nitrògens s'apliquen, més emissions s'emeten a l'atmosfera. Per altra banda, l'espai porós amb aigua (WFPS) afecta a aquesta emissió i, en canvi, la temperatura no afecta.

*Paraules clau: cultiu de panís, GHG, emissions de gasos d'efecte hivernacle, fertilització nitrogenada, tipus de conreu, WFPS, temperatura.*

## ABSTRACT

I was offered to do an exciting activity, work on Faculty of Agronomy (ETSEA) during 3 weeks. Also I was offered to do my research project there. It's obvious that I accepted because it was a good personal and professional opportunity. The research project was about corn crop, specifically, about the greenhouse gases emissions (GHG) in the farming of the corn. Although it was a new topic, I accepted quickly. This research project has as aims, quantify the emissions according to the type of nitrogen fertilization and the soil management system. The most ratifying part was that they gave me all theme trust and also, they would use the results that I took.

Regarding the results, not all have been what we expected. The day that the measurements are taken affect to the emissions of gases because one day, the land gets the nitrogen fertilization. The day of the fertilization there's a peak on the graphics.

Regarding the type of soil management, the less abusive is the one that sends more gases to the atmosphere. Regarding the type of nitrogen fertilization, the most abusive it's the one that sends more gases to the atmosphere. On the other hand, the water filled per space (WFPS) affect to these emissions. Even thought, the temperature doesn't affect.

*Key words: corn crop, emissions, nitrogen fertilization, GHG, soil management system, WFPS, temperature.*

## ÍNDEX

<b>1. PREÀMBUL .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJECTIU GENERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>3. OBJECTIUS ESPECÍFICS .....</b>	<b>7</b>
<b>4. HIPÒTESIS .....</b>	<b>7</b>
<b>5. INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>8</b>
5.1. Escalfament global (Global warming).....	8
5.2. Efecte hivernacle.....	11
5.3. Composició de l'atmosfera i els gasos a l'atmosfera .....	13
5.4. L'agricultura a l'escalfament global .....	17
5.5. Tipus de cultius i sistemes de producció .....	18
5.6. El cultiu del panís i l'emissió de gasos .....	19
<b>6. MATERIALS I MÈTODES .....</b>	<b>21</b>
6.1. Localització .....	21
6.2. Climatologia de la zona .....	22
6.3. Tipologia de sòl .....	23
6.4. Disseny experimental.....	25
6.5. Variables a controlar .....	26
6.6. Mesura de dades .....	26
6.7. Anàlisi i maneig de dades .....	32
<b>7. RESULTATS .....</b>	<b>34</b>
7.1. Efecte del tipus de conreu sobre la quantitat d'emissions .....	34
7.1.1. Emissions de metà .....	34

7.1.2. Emissions de diòxid de carboni .....	37
7.1.3. Emissions d' òxid nitrós .....	39
7.2. Efecte del tipus de fertilització sobre la quantitat d'emissions .....	42
7.2.1. Emissions de metà .....	42
7.2.2. Emissions de diòxid de carboni .....	44
7.2.3. Emissions d'òxid nitrós .....	46
7.3. Efecte del tipus de conreu sobre el WFPS .....	49
7.4. Efecte del tipus de conreu sobre la temperatura .....	50
7.5. Efecte del tipus de fertilització i el tipus de conreu sobre la quantitat d'emissions.....	51
7.5.1. Emissions de metà.....	52
<i>Emissions de metà amb sembra directa</i> .....	53
<i>Emissions de metà amb "strip till"</i> .....	55
<i>Emissions de metà amb conreu intensiu</i> .....	57
7.5.2. Emissions de diòxid de carboni.....	60
<i>Emissions de diòxid de carboni amb sembra directa</i> .....	61
<i>Emissions de diòxid de carboni amb "strip till"</i> .....	63
<i>Emissions de diòxid de carboni amb conreu intensiu</i> .....	65
7.5.3. Emissions d'òxid nitrós .....	68
<i>Emissions de d'òxid nitrós amb sembra directa</i> .....	69
<i>Emissions de d'òxid nitrós amb "strip till"</i> .....	71
<i>Emissions de d'òxid nitrós amb conreu intensiu</i> .....	74
<b>8. DISCUSSIÓ .....</b>	<b>77</b>

8.1. Efecte del dia de la fertilització a l'emissió de gasos .....	77
8.2. Efecte del maneig del sòl a l'emissió de gasos .....	77
8.3. Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de gasos .....	78
<b>9. CONCLUSIONS .....</b>	<b>79</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA .....</b>	<b>81</b>
10.1. Bibliografia .....	81
10.2. Webgrafia .....	82
<b>ANNEX .....</b>	<b>84</b>

## 1. PREÀMBUL

Als inicis dels temps, la vida a la Terra era impossible, ja que es trobava congelada perquè el Sol no tenia tant poder d'escalfament com ara i les condicions no eren aptes per a la vida. Aquesta vida va estar possible gràcies als gasos d'efecte hivernacle que són el metà, l'òxid nitrós, el diòxid de carboni, el vapor d'aigua i l'ozó.

Aquests gasos encara es troben a l'atmosfera, que és la capa que ens protegeix i sense la qual la vida no seria possible. La capa d'ozó està a l'atmosfera i és la que marca les diferències de temperatures i ens protegeix dels meteorits. Aquesta capa està patint desperfectes, com els forats, a causa de l'efecte de la contaminació atmosfèrica. A més a més, està perdent efectivitat i això és el que causa l'efecte hivernacle.

L'efecte hivernacle és el procés mitjançant el qual l'atmosfera d'un planeta deixa passar la radiació solar provinent del Sol però impedeix i dificulta la sortida d'energia calorífica provinent del planeta. Els gasos que es troben amb més concentració al planeta són el metà, l'òxid nitrós i el diòxid de carboni.

Tot i aquest fet, aquests gasos no s'han considerat com a perjudicials ni s'han intentat d'eliminar, ja que fan que existeixi la vida al planeta.

Segurament es pensa que l'agricultura no té res a veure amb aquest efecte, però això és erroni. L'agricultura participa amb aquestes emissions en un 13%. Per això, s'intenten mitigar aquestes emissions a través d'estudis.

Per tant, aquest treball té l'objectiu de mesurar l'efecte real d'aquestes emissions i com poder-les reduir. El treball ens fa adonar que les activitats antròpiques sí que afecten a aquesta emissió i que hauríem d'intentar millorar-la. Així mateix, podem descobrir fins a quin punt amb l'agricultura podem reduir aquestes emissions.

## **2. OBJECTIU GENERAL**

El present treball té l'objectiu principal de mesurar les emissions de GHG (*Greenhouse Gases* o gasos d'efecte hivernacle) en el cultiu del panís en funció de la dosi del fertilitzant nitrogenat i la intensitat de conreu del sòl. D'altra banda, es comprova quina opció és millor per a la mitigació de les emissions d'aquests gasos per a la reducció de l'escalfament global (*Global Warming*) del planeta, tenint en compte la productivitat.

## **3. OBJECTIUS ESPECÍFICS**

L'objectiu principal s'ha dividit en objectius específics, en els quals es duran a terme les mesures d'emissió de gasos d'efecte hivernacle. Així mateix, es mesurarà la humitat, la temperatura del terra i els nitrats que conté per buscar la relació d'aquestes variables amb l'emissió dels gasos.

Els objectius específics consisteixen en:

1. Valorar l'efecte de les dosis de fertilització nitrogenada sobre l'emissió de GHG.
2. Valorar l'efecte de la dosi del maneig del sòl sobre l'emissió de GHG.
3. Establir la relació d'aquestes emissions amb les variables esmentades en el paràgraf anterior (la temperatura del sòl, els nitrats del sòl, la humitat del sòl).

## **4. HIPÒTESIS**

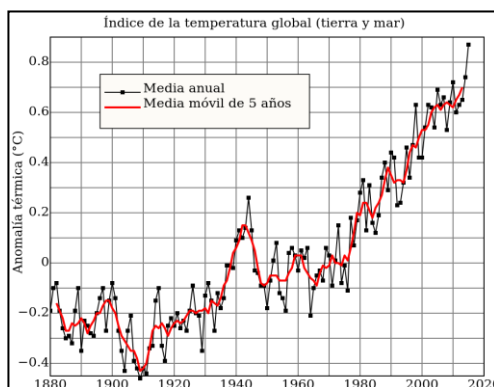
En aquest treball, la hipòtesi de la que es parteix és que l'emissió de gasos d'efecte hivernacle depèn del grau de fertilitzant que se li aplica al sòl i també, de la intensitat de conreu que se li ha fet.

## 5. INTRODUCCIÓ

### 5.1. Escalfament global (Global warming)

Segons l'informe de NSIDC, l'Antàrtica ha revelat que l'extensió mitjana de gel marí d'aquella zona fou de 8,7 milions de km<sup>2</sup> el mes de juliol del 2015, 8a mesura més baixa del mes de juliol. La banquisa s'està desgelant deixant al mar sense aquesta capa de protecció i, a causa del seu gran poder de reflexió, la radiació solar tornada a l'espai serà menor que la que es torna actualment. El gruix del gel àrtic a finals de l'estiu del 2009 i principis de tardor, va disminuir un 40%. La temperatura global de la Terra va augmentar uns 0,76 graus entre el 1850 i el 2005. Es creu que l'any 2100 hi haurà un augment 1,4 a 5,8 graus. El nivell del mar ha augmentat de 12 a 33 centímetres durant els últims segles i, pel fet que els pols es fonen, continuarà augmentant i, consegüentment, les zones costaneres quedaran inundades (a llarg termini). A més a més, hi ha hagut canvis en el tipus de precipitacions, provocant èpoques de sequeres molt prolongades i inundacions i pluges amb un gran poder destructiu. Tots els fets anteriors són conseqüències d'un mateix fet: l'escalfament global.

Quan parlem d'escalfament global, ens referim a l'augment de les temperatures de la Terra, tant oceàniques com atmosfèriques, en els últims anys (ja que és quan ha estat més pronunciada) degut a les activitats antròpiques, com mostra la figura 1. Aquest augment ha estat degut a l'augment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O), els quals atrapen la calor provocant un reescalfament del planeta.



**Figura 1.** Mitjana global del canvi de temperatura superficial entre 1880 i 2015. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento\\_global#/media/File:Global\\_Temperature\\_Anomaly-es.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global#/media/File:Global_Temperature_Anomaly-es.svg))

Font: NASA GISS



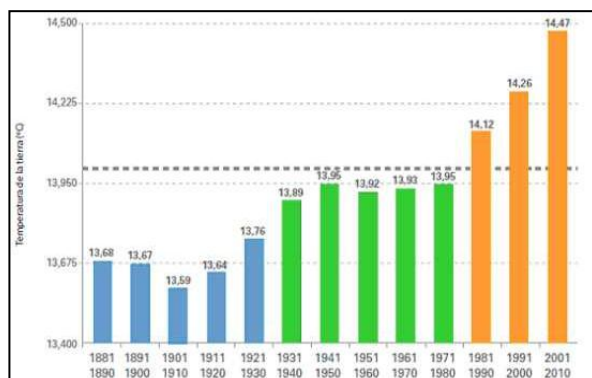
En l'època de la Revolució Industrial també hi havia una emissió d'aquests gasos, encara que era considerablement menor a l'actual. Els científics afirmen que l'augment de la concentració d'aquests gasos ha estat el punt principal de les alteracions climàtiques (tant cap a calor com a fredor). Podem observar l'augment de les temperatures des de la Revolució Industrial fins al 2010 en la figura 2.

Hi ha 3 teories comprovades que expliquen el perquè de l'escalfament global.

La primera teoria afirma que l'augment de temperatures és un procés anomenat cicle climàtic pel qual està passant la Terra. Ens diu que els humans i tots els éssers vius ens hem d'adaptar en aquest nou medi, ja que aquest és el cicle de la vida.

La segona afirma que l'escalfament global ha estat provocat per nosaltres, els humans, és a dir, en som els culpables a causa de l'exhauriment que s'està fent dels recursos. La contaminació de l'aire pels combustibles fòssils, la desforestació i els combustibles que utilitzen per a funcionar les grans indústries són tres exemples clars del mal que estem fent al planeta.

Finalment, l'última teoria diu que l'escalfament global és provocat per les radiacions solars. En aquesta darrera teoria els humans no hi podem fer res, sols vigilar, ja que nosaltres no tenim poder per sobre d'aquesta estrella. El Sol emet un conjunt de radiacions electromagnètiques que arriben a la superfície terrestre del planeta, anomenades radiació solar, i aquestes produeixen l'escalfament de l'atmosfera.



**Figura 2.** Augment de la temperatura global del planeta en graus Celsius en el període de dos dècades. ([http://www.aemet.es/imagenes\\_gcd/noticias/imagen\\_noticia\\_detalle/2013/07/OMM-Temperatura\\_de\\_la\\_Tierra.jpg](http://www.aemet.es/imagenes_gcd/noticias/imagen_noticia_detalle/2013/07/OMM-Temperatura_de_la_Tierra.jpg))

Hi ha estudis que defensen els fets exposats anteriorment, ja que l'existència d'aquest escalfament és indubtable. Però per solucionar un problema ens hem de fixar en les causes que el provoquen.

Podem dividir les causes de l'escalfament global, generalment, en dues categories. Unes són les causes naturals, entre les quals hi ha l'activitat volcànica i els canvis en l'energia que el Sol envia a la Terra. Les altres són les causes antròpiques, que són les generades per les activitats humanes, entre les quals hi ha la crema de combustibles fòssils.

Evidentment, la causa que en resumeix moltes és l'efecte hivernacle. L'efecte hivernacle és un procés mitjançant el qual l'atmosfera del planeta s'escalfa per culpa de les radiacions i la retenció de gasos. Aquests gasos d'efecte hivernacle absorbeixen i retornen la radiació en una llarga a la superfície terrestre, causant un augment de temperatures.

Una de les causes de l'escalfament global provocada per l'home és la desforestació. A través de la fotosíntesi, els arbres transformen en oxigen el  $\text{CO}_2$ . Com no hi ha tants arbres, no es pot fer aquest procés en les quantitats que es feia antigament, fent augmentar la concentració de  $\text{CO}_2$  en l'atmosfera.

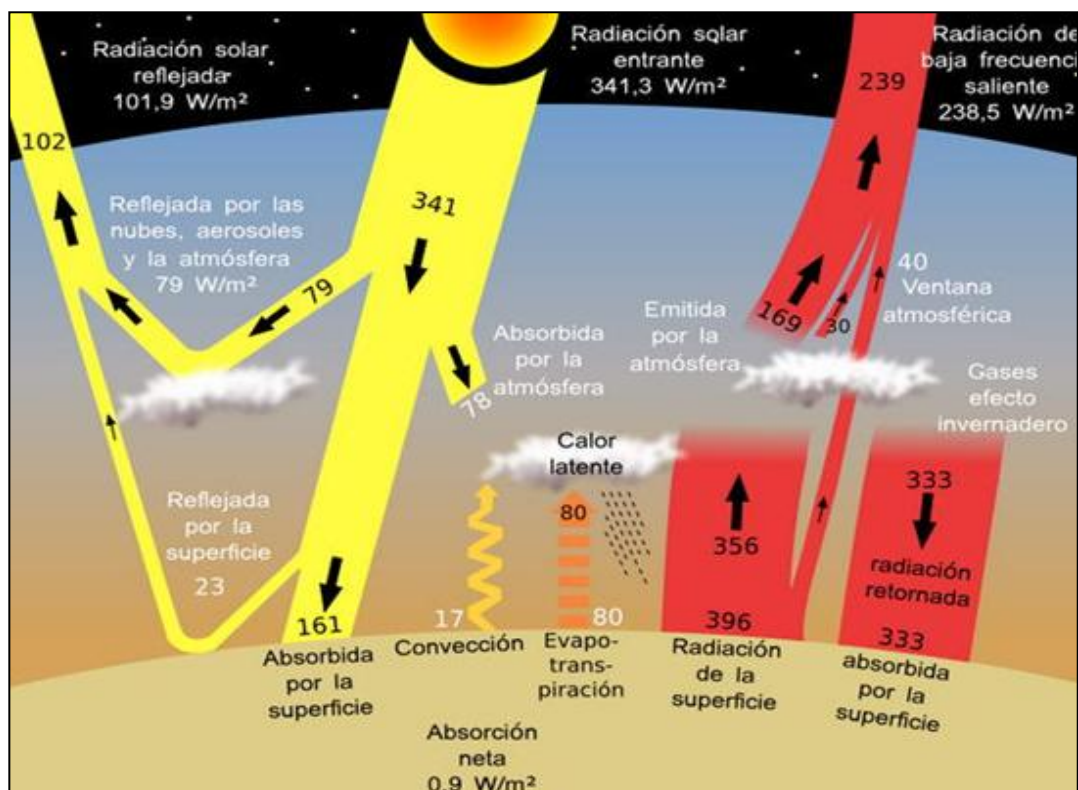
Una altra causa és la contaminació de l'aire per la crema de combustibles fòssils, que arriben a l'atmosfera i cauen en forma de pluges àcides. També, la crema de combustibles fòssils dona com a producte el diòxid de carboni, que és un GHG i provoca l'escalfament global citat. Tanmateix, la reducció de la capa d'ozó causa que els rajos ultraviolats puguin entrar a la Terra generant un augment de les temperatures. Els gasos i les partícules de pols que emeten les erupcions volcàniques perduren a l'atmosfera durant anys i no deixen que entri totalment la llum.

Entrant en l'agricultura, una de les causes és l'ús de fertilitzants químics. Els fertilitzants químics nitrogenats són rics en  $\text{N}_2\text{O}$  que és un GHG amb un alt poder d'escalfament a l'atmosfera. També la ramaderia produeix una emissió important de metà derivada de la fermentació entèrica de la digestió dels aliments, un altre dels GHG importants que contribueix a l'escalfament global.

Per últim, cal dir que les activitats humanes són les principals responsables de l'escalfament global. L'emissió de CO<sub>2</sub> dels vehicles, la desforestació, el fum de les fàbriques, l'ús excessiu de plàstics i altres causes nombrades anteriorment, fan augmentar la temperatura del planeta Terra.

## 5.2. Efecte hivernacle

El balanç energètic terrestre permet mantenir la temperatura de la Terra entre uns marges perquè la vida humana, animal i vegetal hi sigui possible. El Sol emet radiacions solars freqüentment, com també la Terra emet rajos infrarojos. Aquest sistema climàtic ha d'estar en equilibri perquè qualsevol variació entre radiacions entrants amb les radiacions sortides, fa variar la temperatura terrestre. Quan es parla de variació de temperatura, és tant cap a més fredor com cap a més calor. Actualment, hem de parlar d'un augment mínim d'aquestes temperatures, però aquest augment és considerable tenint en compte les conseqüències. Aquest creixement ha estat produït per l'anomenat efecte hivernacle.



**Figura 3.** Esquema del balanç anual de l'energia de la Terra amb dades del 2000 al 2004. Esquema fet per Trenberth, Fasullo i Kiehl de la NCAR.

([https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_invernadero#/media/File:Sun\\_climate\\_system\\_alternative\\_\(Spanish\)\\_2008.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_invernadero#/media/File:Sun_climate_system_alternative_(Spanish)_2008.svg))

Com es pot observar a la figura 3, la radiació solar entrant -aproximadament de  $341,3 \text{ W/m}^2$ - és absorbida per la superfície terrestre a la vegada que reflectida.

Aquests rajos reflectits, els núvols, els aerosols i l'atmosfera els tornen a reflectir -aproximadament a  $79 \text{ W/m}^2$  - cap a l'espai.

Aquesta radiació final que surt és de  $101,9 \text{ W/m}^2$ . També hi ha les radiacions de la superfície anomenades energia infraroja, que són atrapades per l'atmosfera i reenviades a la superfície terrestre creant el fenomen anomenat efecte hivernacle.

Sumant l'efecte hivernacle amb l'energia solar que absorbeix la superfície terrestre, ens dóna  $494 \text{ W/m}^2$ . Endemés, la superfície de la Terra emet  $493 \text{ W/m}^2$ . Aquest balanç ens suposa una absorció de calor d'aproximadament  $1 \text{ W/m}^2$ , concretament de  $0,9$ . Aquest  $0,9$ , encara que sembla insignificant, és el causant de l'escalfament global.

Com ja hem dit anteriorment a l'apartat 5.1, la principal causa de l'escalfament global i de l'efecte hivernacle és l'augment de la concentració de gasos a l'atmosfera terrestre - capa de gasos que envolta la Terra-. Aquests gasos són el  $\text{CO}_2$  o diòxid de carboni, el vapor d'aigua, el  $\text{CH}_4$  o metà, l'òxid nitrós o  $\text{N}_2\text{O}$  i altres en menys quantitats.

Els gasos que es troben en l'atmosfera en menys quantitat són els fluorats, que inclouen els hidrofluorocarburs (HFC) que s'utilitzen en la refrigeració i els perfluorocarburs (PFC) que s'emeten quan es fabrica l'alumini i en la indústria electrònica. Els gasos fluorats més coneguts són els clorofluorocarburs (CFC) que a més de ser gasos d'efecte hivernacle, redueixen la capa d'ozó.

Els gasos més importants dels anomenats anteriorment són el metà, l'òxid nitrós i el diòxid de carboni. Al vapor d'aigua no se li atribueix una funció contaminant, ja que té un origen natural i no és perjudicial per als éssers vius que viuen al planeta Terra.

La concentració d'aquests gasos a l'atmosfera ha augmentat. Com es pot observar a la taula 1, del 1750 al 1992 la concentració de gasos va augmentar

considerablement. Aquest canvi va ser a causa de la Revolució Industrial i l'aparició de les màquines.

La concentració dels gasos d'efecte hivernacle ha continuat augmentant en major proporció des del 1992. Per exemple, la concentració de diòxid de carboni el 2012 era de 393 ppm, aproximadament, havent augmentat 38 ppm en 20 anys, mentre que de 1750 a 1992 (242 anys) l'increment havia estat de 75 ppm. Aquesta dada ens hauria de preocupar, ja que si cada cop augmenta exponencialment, arribarà un punt que el planeta no serà habitable.

**Taula 1.** Taula que mostra la concentració dels diferents gasos d'efecte hivernacle en el 1750 i el 1992. ([http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262012000100008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000100008)).

<b>Gas hivernacle</b>	<b>Concentració 1750</b>	<b>Concentració 1992</b>
<b>Diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>)</b>	280 ppm	355 ppm
<b>Metà (CH<sub>4</sub>)</b>	0,8 ppb	1,72 ppm
<b>Òxid Nitrós (N<sub>2</sub>O)</b>	275 ppb	310 ppb
<b>CFC - 11</b>	0	280 ppt
<b>CFC - 12</b>	0	484 ppt
<b>HCFC - 22</b>	0	Sense dades
<b>Ozó Troposfèric</b>	Sense dades	Variable
<b>Ozó Estratosfèric</b>	Sense dades	300 unitat dobson

A més a més d'haver augmentat la concentració dels gasos a l'atmosfera, també s'ha incrementat la seva radiació, fet que resulta preocupant.

### **5.3. Composició de l'atmosfera i els gasos a l'atmosfera**

L'atmosfera és una capa gasosa que mesura uns 10.000 quilòmetres i que està composta per gasos, partícules sòlides i líquides en suspensió a causa de la gravetat terrestre. Està al voltant de la Terra i és una mescla de nitrogen en un 78%, oxigen en un 21% i altres gasos en un 1%.

Està formada per 5 capes que són menys denses com més a prop estan de l'espai:

- La troposfera és la primera capa sobre la superfície, és la meitat de l'atmosfera i on succeeixen els fenòmens atmosfèrics.
- L'estratosfera és la que conté la capa d'ozó, que absorbeix els rajos solars malignes.
- La mesosfera és la capa on es cremen els meteorits o els fragments de roca.
- La termosfera és la que conté les aurèoles i les naus espacials orbiten allí.
- L'exosfera és l'última capa de l'atmosfera i té una densitat molt baixa.

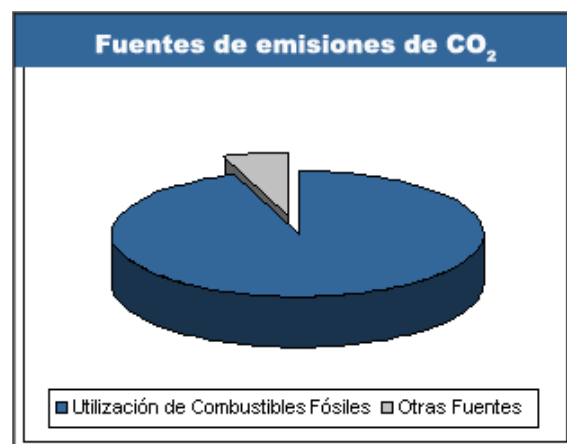
Aquest conjunt de capes són molt importants, ja que són les que fan que la Terra sigui habitable. L'atmosfera fa de capa protectora per als rajos solars que ens arriben, atrapa la calor dotant a la Terra d'una temperatura agradable. Durant els últims segles, els contaminants i els gasos d'efecte hivernacle han sigut llençats a l'atmosfera causant un escalfament del planeta, forats a la capa d'ozó i pluges àcides.

Com hem dit anteriorment, l'efecte hivernacle es produeix majoritàriament per 3 gasos -metà, òxid nítrós i diòxid de carboni- que han augmentat les seves concentracions en aquesta capa en les últimes dècades.

### Diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>)

L'augment de la concentració del diòxid de carboni a l'atmosfera s'ha incrementat pel creixement de les emissions.

Les fonts d'aquestes emissions són les mostrades a la figura 4. Com es pot observar, la màxima font d'emissió són la utilització de combustibles fòssils.



**Figura 4.** Fonts de les emissions de diòxid de carboni. (<http://www.tuimpacto.org/origen-del-co2.php>)

Aquesta utilització de combustibles fòssils es pot dividir en 5 parts. El transport és la font més important de les emissions de CO<sub>2</sub> mundialment. Amb el transport es poden efectuar emissions directes -desplaçament de les persones- i, a més a més, emissions indirectes.

Les emissions indirectes són per exemple el transport dels productes que estan a la venda des del seu origen fins al nostre abast.

Altres fonts són la industrial, la comercial, la residencial i altres fonts. Els serveis públics també són una de les grans emissions, ja que l'energia que consumida en total té una gran importància en l'efecte hivernacle o l'emissió de gasos com el tractat en aquest apartat.

Si observem per sobre les fonts d'aquestes emissions, ens adonem que la majoria de les activitats que provoquen l'augment de les concentracions a l'atmosfera són antròpiques. Les activitats humanes emeten 60 vegades, o més, més diòxid de carboni que tots els volcans cada any. Endemés, alguns estats d'Estats Units emeten més diòxid de carboni en un any que tots els volcans del planeta emeten.



**Figura 5.** Comparació animada feta per Emily Greenhalgh de les emissions de carboni en funció dels volcans i de les activitats humanes. ([https://www.climate.gov/sites/default/files/VolcanoComic\\_1200px.png](https://www.climate.gov/sites/default/files/VolcanoComic_1200px.png))

### Metà (CH<sub>4</sub>)

El metà té un cicle en l'atmosfera curt però, té un poder d'escalfament 20 cops més superior al del CO<sub>2</sub>. Les activitats que produeixen més emissions de CH<sub>4</sub> es poden dividir en activitats humanes o no humanes. Dins de les activitats humanes que en són el 60% de les emissions, les tres principals fonts són:

L'ús de combustibles fòssils com el carboni, el petroli i el gas natural emeten metà. Aquesta emissió també es produeix durant el procés d'obtenció d'aquests productes, la manipulació i el transport.

En l'agricultura, els excrements dels animals que serveixen com a adobs de la terra produeixen molt metà.

Animals com la vaca, quan fan la digestió emeten grans quantitats de metà naturalment. Un altre procés en el qual hi ha moltes emissions d'aquest gas és en la descomposició de l'adob. Aquests excrements es descomponen anaeròbiament i és en aquest punt quan emeten metà.

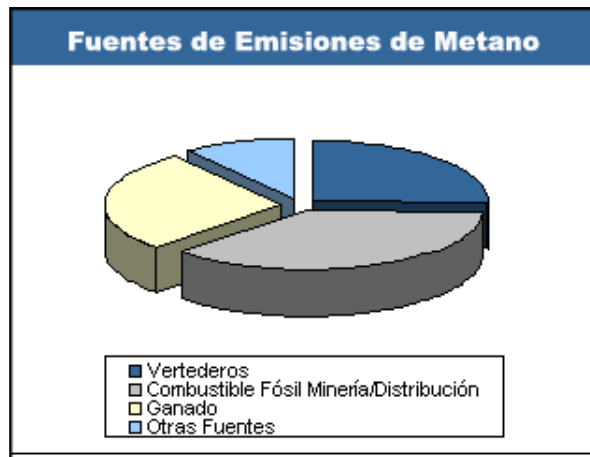
Pel que fa als abocadors, també es produeix metà en el procés de descomposició de la matèria orgànica i els excrements, ja que es fa anaeròbiament.

Pel que fa als abocadors, també es produeix metà en el procés de descomposició de la matèria orgànica i els excrements, ja que es fa anaeròbiament.

### Òxid nitrós (N<sub>2</sub>O)

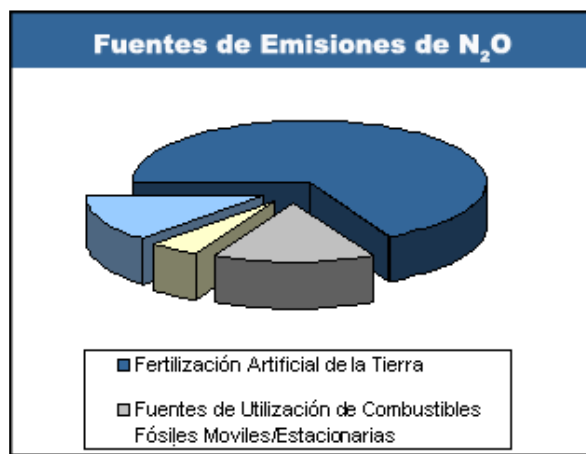
Els humans som els responsables de gairebé totes les emissions d'N<sub>2</sub>O, en un 96%. Aquestes emissions s'emeten a causa de tres fonts o factors:

Els fertilitzants artificials que s'apliquen als cultius són els majors productors de les emissions d'òxid nitrós. Aquests químics són absorbits pel sòl, les plantes i els humans encara que utilitzats degudament són beneficiosos.



**Figura 6.** Font de les emissions de metà.

(<http://images.whatsyourimpact.eu.org/graphs/fuentes-de-emisiones-de-metano.png>)



**Figura 7.** Font de les emissions d'òxid nitrós.

(<http://images.whatsyourimpact.eu.org/graphs/fuentes-de-emisiones-de-oxido-de-nitrogeno.png>)



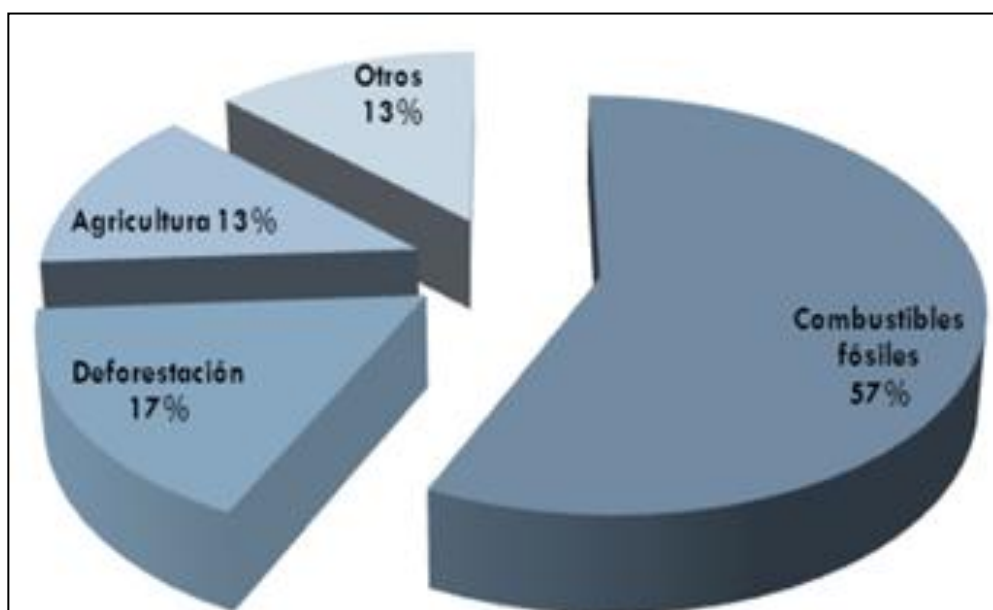
L'ús excessiu de fertilitzants provoca que els agricultors hagin de pagar grans quantitats de diners pels productes, per obtenir uns aliments que es venen a baix preu.

El procés de descomposició de l'orina i els fems animals produeix grans quantitats d'aquest gas. Per això, en els llocs on produeixen productes làctics o criades, grans quantitats de  $N_2O$  s'emeten i arriben a l'atmosfera.

Finalment, qualsevol combustió de combustibles fòssils desprèn òxid nítrós. La crema de carbó és la que en produeix més. Les indústries del carbó són fonts fixes, en canvi les fonts mòbils com els vehicles, també emeten òxid nítrós.

#### 5.4. L'agricultura a l'escalfament global

Un Sistema Agrícola és un ecosistema que canvia, treballa i administra l'home amb la finalitat de produir béns, en aquest cas, aliments per a la població. Aquest sistema agrícola, com gairebé totes les activitats atropiques, en el seu procés provoca una emissió de gasos d'efecte hivernacle.



**Figura 8.** Emissions mundials de gasos d'efecte hivernacle per sectors.

(<http://slideplayer.es/slide/38013/>) Font: IPCC,2007

Des de l'antiguitat, l'agricultura ha suposat un gran impacte ambiental, com per exemple amb activitats com la desforestació, per poder obtenir un terreny on cultivar, o la disponibilitat de l'aigua per a regar.

No és correcte afirmar que l'escalfament global ha estat produït per l'agricultura, ja que, com es pot observar en la figura 8, només hi contribueix en un 13 %. Encara que aquest 13% és mínim, els agrònoms intenten mitigar aquesta emissió de gasos a través de pràctiques agrícoles que siguin menys emissores d'aquests gasos. Per això, es planifiquen experiments en condicions de camps amb l'objectiu d'obtenir dades. Cal afegir que el problema en les emissions de gasos en l'activitat agrícola no és degut a l'agricultura mateixa, sinó a l'aplicació incorrecta de les tècniques de conreu o pràctiques agrícoles.

### **5.5. Tipus de cultius i sistemes de producció**

Els sistemes de producció vegetal varien segons la zona on el material es cultiva, ja que cada zona té el seu tipus de cultiu específic. Alguns tipus de cultiu són iguals per a diferents sòls. L'època de l'any i el tipus de cultiu -que pot ser herbaci o arbori- són importants en el tipus de sistema de producció vegetal que s'aplicarà.

Els tres grups generals de sistemes de producció vegetal per conrear són:

- Cultius arboris.
- Cultius herbacis intensius (cultius hortícoles, preferiblement de consum fresc).
- Cultius herbacis extensius (cultius de gra i cultius farratgers per als animals).

Els cultius de secà són un tipus de sistema de producció vegetal que es produeix sense aportació d'aigua de forma artificial, és a dir, l'agricultor no aporta aigua al sòl. El sòl es nodreix de l'aigua de la pluja o d'aigües subterrànies. En canvi, els cultius de regadiu són un tipus de sistema de producció vegetal que es produeix amb aportació per part de l'agricultor.

A més a més, la tecnologia del cultiu i el nombre de pràctiques agrícoles aplicades també hi afecten. La tecnologia de cultiu consisteix en:

- Elecció de material vegetal a cultivar.
- Preparació del terreny per a la plantació.
- Sembra o plantació del material vegetal.

- Fertilització del sòl.
- En el cas de cultius arboris, poda.
- En les zones de regadiu, reg.
- Control de les plagues i malalties del cultiu.
- Recol·lecció (guardament, conservació i maneig dels residus).

El panís és el material vegetal amb el qual hem treballat i cal cultivar-lo en unes condicions concretes. És un cultiu herbaci extensiu i de regadiu, ja que es rega artificialment perquè es volen obtenir beneficis suficients que l'aigua de la pluja no cobreix.

### **5.6. El cultiu del panís i l'emissió de gasos**

El material vegetal que s'ha cultivat en el camp experimental és el panís. El panís, en les nostres condicions, no és un vegetal que es caracteritza per tenir un cicle molt llarg; per això, el camp no està ocupat tot l'any. El panís està al camp entre 5 i 6 mesos. Abans de la sembra del panís, hi ha uns processos que es realitzen per preparar el sòl. Englobant totes les activitats que es fan abans de la sembra i després de la collita, donen un cicle aproximat d'uns 365 dies, és a dir, 1 any.

Aproximadament 1 mes abans de la sembra, es prepara el sòl. A partir del 15 de febrer es comença a fer l'adobat de fons. Aquest adobat de fons pot ser mineral (adobs compostos o *blendings*) o orgànic (purins) encara que el més habitual és l'orgànic.

Les granges són les que aporten els purins al camp, ja que l'obtenen dels seus animals. A vegades, aquesta necessitat provoca que es faci un adobat en excés del sòl, resultant perjudicial.

El conreu de preparació consisteix en 3 o 4 intervencions:

1. Una passada subsolar en profunditat per a remoure el sòl.
2. Una altra passada amb rotocultor i/o cultivador.
3. Per allisar el terreny, la passada de corró final.
4. Depenent de la humitat del sòl, es rega el sòl per a un millor conreu.

La freqüència amb la qual es rega el sòl depèn de diferents factors, entre ells l'època de l'any en la que ens trobem.

Hi ha agricultors que comencen a sembrar les llavors a partir del 15 de març, encara que són la minoria. La majoria ho fan durant el mes d'abril. Altres agricultors, comencen a sembrar abans de març.

Durant el creixement del panís, només cal preocupar-se del reg i controlar les plagues i les males herbes que puguin perjudicar el cultiu. A més, els tractaments de plaguicides són escassos, ja que tenen uns preus elevats.

Del 15 de març al 15 de juny es realitza un adobat de cobertura, que consisteix en aplicar urea, compostos amoníacs o  $N_{32}$ . De vegades, aquest adobat s'aplica juntament amb aigua.

Finalment, quan el cultiu ja ha assolit l'alçada desitjada o necessària, toca el moment de la collita. En aquest estudi, el que es fa és estudiar-lo i, més tard, vendre'l a un comprador.

Així, com s'ha definit al començament d'aquest document, l'objectiu d'aquest treball serà: mesurar les emissions de GHG (*Greenhouse Gases* o gasos d'efecte hivernacle) en el cultiu del panís en funció de la dosi del fertilitzant nitrogenat i la intensitat de conreu del sòl. D'altra banda, comprovar quina opció és millor per a la mitigació de les emissions d'aquests gasos i la reducció de l'escalfament global (*Global Warming*) del planeta.

## 6. MATERIALS I MÈTODES

### 6.1. Localització

Per tal de realitzar les mesures que ens portin a aconseguir l'objectiu d'aquest treball, es va plantejar un camp experimental amb l'objecte de mesurar les emissions de GHG segons les diferents pràctiques agrícoles.



**Figura 9.** Material principal de l'experiment on s'ha realitzat l'obtenció de dades. Font pròpia

Aquest camp es troba a la comarca de l'Urgell, en concret al municipi d'Agramunt. Encara que el laboratori on s'estudien les dades està situat a la comarca del Segrià, a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària.

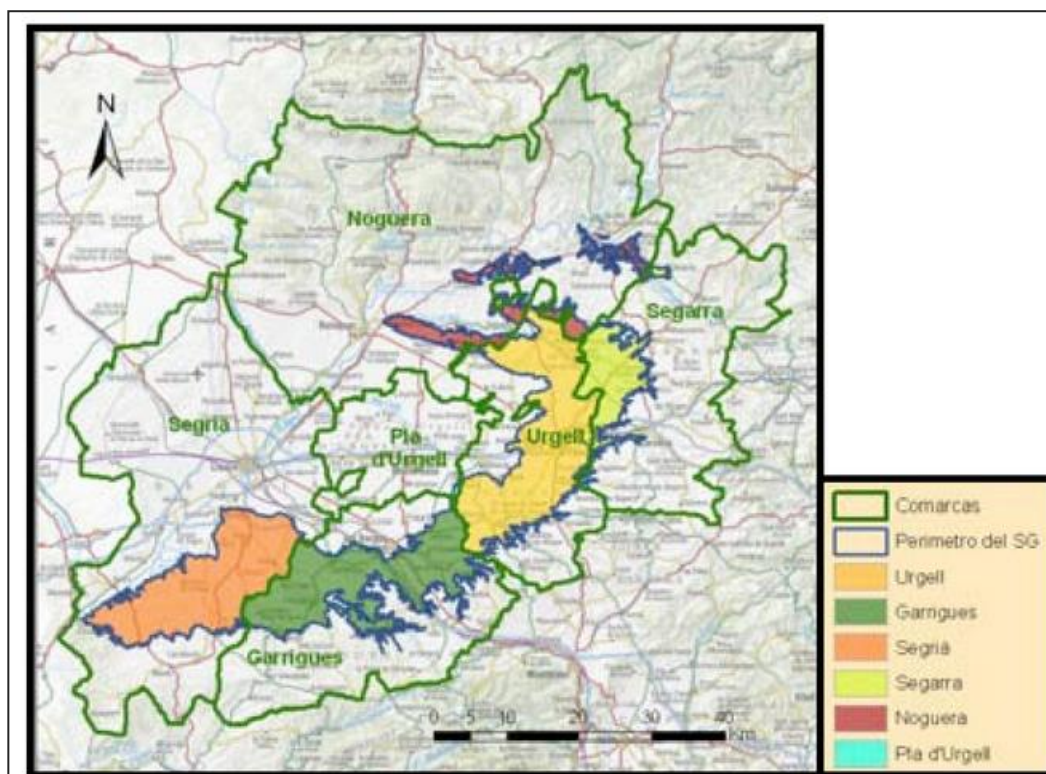
En segon lloc, es troba afectat pel canal Segarra-Garrigues (SG), és a dir, utilitza l'aigua d'aquest canal per poder-se irrigar per tal d'obtenir una bona collita posterior. Aquest canal disposa de zones amb diferents dotacions de reg i altres protegides especialment per a conservar la biodiversitat del territori.

**Taula 2.** Taula que mostra les superfícies i els percentatges relatius al total de les comarques del canal SG. (Agrosystem, C.Cantero i J. Moncunill, pàgina 11).

NOMBRE DE LA COMARCA	CAPITAL DE COMARCA	SUPERFÍCIE DE LA COMARCA EN EL SG (km <sup>2</sup> )	% DEL TOTAL DE LA COMARCA EN EL SG	% DEL PROYECTO SG
Urgell	Tàrraga	317,56	54,80	30,07
Garrigues	Les Borges Blanques	272,09	34,11	25,76
Segrià	Lleida	265,45	19,01	25,14
Segarra	Cervera	106,97	14,80	10,13
Noguera	Balaguer	91,59	5,13	8,67
Pla d'Urgell	Mollerussa	2,31	0,76	0,22

Fuente de información: <http://dmah.nexusgeografics.com/>

El canal SG transcorre al llarg de 6 comarques: Urgell, Garrigues, Segrià, Segarra, Noguera i Pla d'Urgell. La comarca amb més superfície afectada per aquest canal és en la que s'està fent l'experiment (comarca de l'Urgell), amb 317,56 km<sup>2</sup> afectats, com mostra la taula 2. A la vegada, també està format per un total de 81 municipis. La comarca del canal amb més municipis és les Garrigues (20 municipis), seguida de l'Urgell (17 municipis) i el Segrià (17 municipis).



**Figura 10.** Mapa de localització per comarques corresponents a la superfície del SG. (Agrosystem, C.Cantero i J. Moncunill, pàgina 12)

En tercer lloc, el clima del camp on té lloc l'experiment és semiàrid, encara que està dins del projecte SG, que conté diferents tipus de climes depenent de l'índex d'humitat global i l'eficàcia tèrmica o evapotranspiració potencial.

Finalment, el camp de cultiu es troba a la Vall d'Ebre que està dins de la província de Lleida.

## 6.2. Climatologia de la zona

La zona del Segarra-Garrigues (SG) de la plana de Lleida presenta un gradient climàtic que marca el grau d'acidesa, les pràctiques agrícoles i els cicles del

cultiu. La variació climàtica afecta a l'hora d'escollir el conreu que es vol conrear a cada camp, ja que afectarà el creixement òptim o pèssim de la planta.

Per això, el territori es pot dividir en diferents zones per facilitar l'estudi dels diferents factors que poden influir en aquest creixement, encara que aquesta divisió no és tan fàcil perquè el clima canvia gradualment. Aquesta divisió permet observar la distribució de factors com les precipitacions, la temperatura i l'evapotranspiració.

Per tant, el clima de la zona es pot classificar a partir de dos paràmetres gràcies al mètode Thornthwaite:

1. L'índex d'humitat global (Im):
  - Clima semiàrid: si l'índex d'humitat global té valors entre -40 i -20.
  - Clima sec subhúmit: si l'índex d'humitat varia entre 0 i -20.
2. L'eficàcia tèrmica i o l'evapotranspiració potencial (ETP). Segons aquest paràmetre es poden diferenciar tres tipus de climes:
  - Mesotèrmic B1: quan l' ETP té valors entre 712 i 570.
  - Mesotèrmic B2: si l'evapotranspiració oscil·la entre 855 i 712.
  - Mesotèrmic B3: si l'eficàcia tèrmica varia entre 997 i 855.

### **6.3. Tipologia de sòl**

La zona del Segarra-Garrigues, com ja hem dit, està situada a la plana de Lleida i, a la vegada, a la depressió de l'Ebre. La part nord i est del SG és bastant plana, encara que a mesura que ens movem cap al sud i l'oest el relleu es va fent més pronunciat.

La variació de l'orografia en l'espai és un factor que condiciona la tipologia de cultius i com conrear-los. Per això, les zones amb molt pendent no es cultiven o es cultiven de forma molt reduïda i amb processos complicats.

Pel que fa a la textura del sòl, és diferent depenent de la zona, encara que generalment la textura és franca. Al sector nord la textura és franco-llimosa i al sector central, franco-argilo-llimosa.

Per altra banda, podem tenir en compte característiques com la composició, profunditat i qualitat del sòl.

Pel que fa a la composició del sòl:

- La matèria orgànica està entre nivells mitjans-baixos, entre un 1% i un 2%.
- El contingut de fòsfor assimilable està en valors alts i, en canvi, el potassi en valors mitjans.
- El contingut de carbonat càlcic es troba entre el 30 i el 40%.
- El contingut de guix varia en funció de l'àrea. Va des del 40% fins a menys del 5%. Aquest percentatge tan baix (menys del 5%) fa que els efectes de salinitat en aquests terrenys siguin menys perjudicials per a la fertilització física dels sòls.

Pel que fa a la qualitat del sòl, un dels principals problemes que trobem són els alts nivells de salinitat, sobretot a la zona nord i centre-nord. Aquests sòls també presenten característiques sòdiques que desenvolupen problemes més greus. La salinitat dificulta el creixement amb normalitat dels cultius.

Alguns sòls també tenen problemes de drenatge perquè la capa freàtica es troba a prop de la superfície durant algunes èpoques de l'any. Aquest problema dificulta els treballs agrícoles i l'asfíxia radicular dels cultius.

La profunditat d'arrelament del sòl és la causant de la profunditat a què poden arribar les plantes i la capacitat d'acumular nutrients i aigua. Si els sòls tenen poca profunditat, aquestes capacitats seran baixes perjudicant així, al conreu.

Segons Cantero-Martínez & Moncunill, 2012, tenint en compte les característiques anomenades anteriorment, podem dividir el terreny en tres categories:

- Categoria 1: sòls profunds, amb bon drenatge, sense salinitat i amb una quantitat de guixos gairebé inexistent.
- Categoria 2: sòls mitjanament productius amb una profunditat menor que els de la categoria 1, amb una certa salinitat i una presència major de guix.
- Categoria 3: terrenys poc productius amb característiques extremes com nivells mínims de profunditat, salinitat pronunciada, mal drenatge, etc.



#### 6.4. Disseny experimental

El disseny experimental del camp està basat en les repeticions, com qualsevol camp experimental. El camp referenciat com A1 està format per 27 parcel·les o plots. En aquestes 27 parcel·les hi ha 3 repeticions de les 9 opcions diferents que es detallen a continuació. Això es fa perquè no hi pugui haver cap mena d'equivocació a l'hora d'agafar les dades, ja que amb l'experiment busquem quina forma de plantació té menys emissió de GHG en funció de la producció que té.



**Figura 11.** Vista aèria del disseny del camp experimental. (Font: Dr. Carlos Cantero)

En aquest camp es combinen tres tipus de conreu. El primer és la sembra directa, que consisteix en no manipular el sòl. Les llavors s'hi sembren directament. El segon, és "l'strip till" o conreu en línia. Per últim, el conreu intensiu, que consisteix a remoure el sòl amb subsolador i grada-discs.

Quant al tipus de fertilització, hi ha tres tipus que es poden aplicar al sòl, alguns amb més agressivitat que altres. Hi ha la fertilització de 0 quilograms de nitrogen per hectàrea, també anomenada nul·la, ja que no s'aplica cap tipus de químic. També hi ha la fertilització de 200 quilograms de nitrogen per hectàrea, que és el punt mitjà entre els tres tipus de fertilització. I, per últim, la fertilització amb més quantitat de nitrogen, amb 400 quilograms de nitrogen per hectàrea.

La fertilització nitrogenada del sòl s'aplica per fases. La primera fase és abans de la sembra, quan s'aplica un terç de la fertilització total. La segona, quan el cultiu té unes 4 o 5 fulles i s'aplica un altre terç. I l'últim terç, que s'aplica quan els cultius tenen 7 o 8 fulles.

Unint els dos factors, surten les 9 combinacions experimentals:

- Sembra directa amb fertilització 0 kg de nitrogen per hectàrea.
- Sembra directa amb fertilització 200 kg de nitrogen per hectàrea.
- Sembra directa amb fertilització 400 kg de nitrogen per hectàrea.
- Strip till amb fertilització 0 kg de nitrogen per hectàrea.
- Strip till amb fertilització 200 kg de nitrogen per hectàrea.
- Strip till amb fertilització 400 kg de nitrogen per hectàrea.
- Conreu intensiu amb fertilització 0 kg de nitrogen per hectàrea.
- Conreu intensiu amb fertilització 200 kg de nitrogen per hectàrea.
- Conreu intensiu amb fertilització 400 kg de nitrogen per hectàrea.

### **6.5. Variables a controlar**

En aquest treball s'enregistraran dades de les 4 variables que s'analitzaran:

- Els gasos emesos pel sòl.
- La temperatura del sòl.
- La humitat del sòl (contingut d'aigua del sòl).
- Els nitrats que conté el sòl (contingut de nitrogen mineral del sòl).

Aquestes dades enregistrades es prenen en unes dates concretes, per tal de poder comparar bé les diferents emissions depenent del moment del procés del cultiu on ens trobem.

### **6.6. Mesura de dades**

Per mesurar l'emissió de gasos en funció de les dues pràctiques agrícoles (fertilització i maneig de sòl) i, a més a més, poder contrastar les hipòtesis fetes, s'havia d'anar al camp uns quants cops per setmana per tal d'agafar mostres, per estudiar-les posteriorment al laboratori. Les dades es van agafar en funció del dia que es fertilitzava:

- 05/25/2016.- Setmana anterior a la fertilització.
- 05/30/2016.- Dia anterior a la fertilització.
- 05/31/2016.- Dia de la fertilització.
- 06/01/2016.- 24 hores després.
- 06/02/2016.- 48 hores després.
- 06/09/2016.- Setmana després de la fertilització.

La feina de camp era molt rutinària, ja que sempre es feien els mateixos processos a cada parcel·la i a cada repetició.

El camp estava format per 27 parcel·les i cada parcel·la, per 8 files de cultiu.

Primer, s'havien de col·locar les càmeres a cada parcel·la sense tapar l'anella. Després, quan totes estaven col·locades, s'havia d'anar a la parcel·la 1 i posar el cronòmetre en marxa. A mesura que anaves avançant, havies d'anar posant les càmeres a les anelles. Això es feia perquè les dades dels gasos emesos s'havien d'agafar als 0 minuts, als 20 minuts i als 40 minuts.



**Figura 12.** Càmera abans d'introduir-la a l'anella, vials i eines per a la temperatura. (Font pròpia)

Per agafar els gasos, s'introduïa la xeringa a la càmera per prendre la mostra. A l'hora d'agafar aquest mostreig s'havia d'agafar i treure els gasos dins de la càmera uns tres cops per evitar que només agaféssim els gasos amb més densitat. Amb la xeringa s'agafaven 15 cc de gas. Un altre factor important era que dins de l'anella no hi hagués cap planta, perquè faria variar una mica els resultats. Per això, si en vèiem, les extrèiem i continuàvem amb el procés.

A continuació, s'introduïen els gasos en uns vials que tenien un ordre concret per tal de no malbaratar les mostres. Per seguir l'ordre, es podien utilitzar diferents mètodes. Jo els girava tots abans de començar tota la tirada de cada espai de temps i, quan els anava fent, els posava en la direcció correcta com es pot observar a la figura 3.



**Figura 13.** Càmera abans d'introduir-la a l'anella, vials i eines per a la temperatura. (Font pròpia)

Aquestes mostres es portaven al laboratori on, amb el cromatògraf, s'analitzaven i es determinava la concentració de gasos.



**Figura 14.** Cromatògraf de gasos. (Font: Dr. Carlos Cantero)

Quant a la humitat, al camp s'agafaven mostres de terra de cada parcel·la i es posaven dins d'uns pots (figura 15) per dur-los al laboratori.



**Figura 15.** Pots on es posa el sòl per calcular la humitat. (Font pròpia)

Allí, es pesaven per després poder veure l'aigua que havien perdut. Després, es posaven dins de l'estufa per tal que perdessin la massa d'aigua que contenien.

Quan es treien, es tornaven a pesar i la diferència era la humitat que contenia el terra. Les dades quedaven enregistrades en una taula com la de la figura 16. Amb aquesta mesura del contingut d'humitat del sòl, es calculava l'espai porós ple d'aigua (Water-Filled Pore Space - WFPS) mitjançant la seva relació amb la densitat aparent del sòl. Per últim, es llençava la terra a unes escombraries especials i es netejaven els pots pel pròxim cop.

Parcel·les	Data	Humitat (%)	WFPS (%)
01	2011-11	12	17,5
02	2011-11	13	17,5
03	2011-11	14	17,5
04	2011-11	15	17,5
05	2011-11	16	17,5
06	2011-11	17	17,5
07	2011-11	18	17,5
08	2011-11	19	17,5
09	2011-11	20	17,5
10	2011-11	21	17,5
11	2011-11	22	17,5
12	2011-11	23	17,5
13	2011-11	24	17,5
14	2011-11	25	17,5
15	2011-11	26	17,5
16	2011-11	27	17,5
17	2011-11	28	17,5
18	2011-11	29	17,5
19	2011-11	30	17,5
20	2011-11	31	17,5
21	2011-11	32	17,5
22	2011-11	33	17,5
23	2011-11	34	17,5
24	2011-11	35	17,5
25	2011-11	36	17,5
26	2011-11	37	17,5
27	2011-11	38	17,5
28	2011-11	39	17,5
29	2011-11	40	17,5
30	2011-11	41	17,5
31	2011-11	42	17,5
32	2011-11	43	17,5
33	2011-11	44	17,5
34	2011-11	45	17,5
35	2011-11	46	17,5
36	2011-11	47	17,5
37	2011-11	48	17,5
38	2011-11	49	17,5
39	2011-11	50	17,5
40	2011-11	51	17,5
41	2011-11	52	17,5
42	2011-11	53	17,5
43	2011-11	54	17,5
44	2011-11	55	17,5
45	2011-11	56	17,5
46	2011-11	57	17,5
47	2011-11	58	17,5
48	2011-11	59	17,5
49	2011-11	60	17,5
50	2011-11	61	17,5
51	2011-11	62	17,5
52	2011-11	63	17,5
53	2011-11	64	17,5
54	2011-11	65	17,5
55	2011-11	66	17,5
56	2011-11	67	17,5
57	2011-11	68	17,5
58	2011-11	69	17,5
59	2011-11	70	17,5
60	2011-11	71	17,5
61	2011-11	72	17,5
62	2011-11	73	17,5
63	2011-11	74	17,5
64	2011-11	75	17,5
65	2011-11	76	17,5
66	2011-11	77	17,5
67	2011-11	78	17,5
68	2011-11	79	17,5
69	2011-11	80	17,5
70	2011-11	81	17,5
71	2011-11	82	17,5
72	2011-11	83	17,5
73	2011-11	84	17,5
74	2011-11	85	17,5
75	2011-11	86	17,5
76	2011-11	87	17,5
77	2011-11	88	17,5
78	2011-11	89	17,5
79	2011-11	90	17,5
80	2011-11	91	17,5
81	2011-11	92	17,5
82	2011-11	93	17,5
83	2011-11	94	17,5
84	2011-11	95	17,5
85	2011-11	96	17,5
86	2011-11	97	17,5
87	2011-11	98	17,5
88	2011-11	99	17,5
89	2011-11	100	17,5

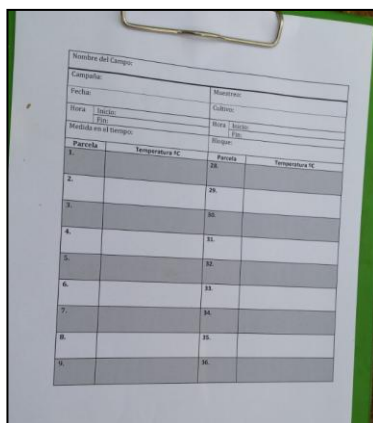
**Figura 16.** Taula on s'apunten les mesures de la humitat. (Font pròpia)

Al camp també es mesurava la temperatura del sòl. Aquest procés només es duia a terme a les 9 primeres parcel·les de cada costat. Per dur a terme aquesta mesura, també s'havia de seguir un procés. Primer es clavava el tornavis al sòl, ja que si ho fèiem amb el termòmetre directament el podríem trencar. Després, com podem veure a la imatge 17, introduïem el termòmetre i esperàvem que la temperatura s'estabilitzés.



**Figura 17.** Termòmetre i tornavis per mesurar la temperatura del sòl. (Font pròpia)

Seguidament, apuntàvem la temperatura en una taula com la de la figura 18.



Nombre del Campo			
Campesina		Muestreo	
Fecha:		Calidad:	
Hora:		Hora:	
Parcel·la:		Parcel·la:	
Parcel·la		Parcel·la	
Temperatura 1C	Parcel·la	Parcel·la	Temperatura 1C
1.	28	29	
2.		30	
3.		31	
4.		32	
5.		33	
6.		34	
7.		35	
8.		36	
9.			

**Figura 18.** Taula per apuntar temperatures. (Font pròpia)

Finalment, es mesurava el contingut de nitrats del sòl. La forma de prendre les mostres al camp era la mateixa que per a la humitat. Amb una pala calia agafar terra del costat de cada anella, però no sols de la part superficial. Aquesta terra es posava en una bossa transparent. S'havia d'agafar terra de les 27 parcel·les pels dos costats, és a dir, agafàvem 54 mostres de sòl.



**Figura 19.** Transport dels pots d'humitat i de les bosses per als nitrats fins al inici del camp de cultiu.(Font pròpia)

Aquestes mostres es portaven a analitzar al laboratori, on es realitzava un procés bastant complex.

En primer lloc, les mostres s'ordenaven per números i pel costat de parcel·la d'on s'havien extret, damunt de la taula. Després, es mesuraven 50 grams de cada bossa i s'abocaven dins d'uns pots de plàstic, dins dels quals 'afegien també 100 mL de clorur potàssic. Seguidament, els pots es posaven a la sacsejadora durant 30 minuts a unes 160 revolucions/ minut. Les mostres sobrants de terra s'abocaven a unes escombraries especials.



**Figura 20.** Pots a la sacsejadora per liquar el sòl per a poder-lo filtrar. (Font pròpia)

Mentre els pots s'estaven sacsejant s'havien de preparar un pots de vidre, així com també un paper de filtre per a cada pot. Aquest paper de filtre s'havia de dividir en 4 quarts per després fer una mena de filtre per filtrar la mostra. Quan la mostra ja estava ben líquida es filtrava en els pots com es pot veure a la imatge 21.



**Figura 21.** Mostres de sòl amb KCl filtrant-se. (Font pròpia)

Un cop es filtrava tot el líquid, s'abocava en vials com el de la imatge següent (imatge 22).



**Figura 22.** Vial amb líquid dels nitrats filtrat (Font pròpia)

I aquests vials es posaven dins d'una estructura (imatge 22.bis) anomenada RAC.



**Figura 22.bis** RAC amb vials per a l'anàlisi. (Font pròpia)

Per acabar, el RAC es portava a l'analitzador per a obtenir la quantitat de nitrats que tenia cada tipus de mostra que s'havia agafat.

### **6.7. Anàlisi i maneig de dades**

Després de tots els processos, les dades obtingudes s'han d'analitzar i manejar. S'obtenen una gran quantitat de dades en funció de les parcel·les i de les variables que ens interessin. Per poder veure si alguna dada no concorda, s'han d'analitzar totes les dades i comprovar-les amb les repeticions. Al fitxer excel on hi ha tot els resultats, les respostes incorrectes estan remarcades amb color vermell per a no tenir-les en compte.

El maneig de les dades es fa a través de les taules dinàmiques, per tal d'agafar només les dades que es volen analitzar en cada moment. També s'ha de calcular la desviació estàndard per veure amb quin marge d'error treballarem.



Després s'han de realitzar les gràfiques sobre els diferents aspectes per poder valorar millor els resultats. Finalment, s'han de discutir les dades obtingudes per així poder arribar a una conclusió raonable.

## 7. RESULTATS

Els resultats obtinguts són des del 05/25/16 fins al 06/09/16 i inclouen les dades de la primera fertilització del sòl. Aquests resultats s'observen a través de les variables: emissió de gasos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$ ), temperatura del sòl, contingut de nitrògens i humitat.

### 7.1. Efecte del tipus de conreu sobre la quantitat d'emissions

Per estudiar l'efecte del tipus de conreu sobre quantitat d'emissions, s'han realitzat 3 gràfiques, una per a cada gas. La variable independent amb què es treballa és el temps en dies. La variable dependent, en aquest cas, és l'emissió de cadascun dels gasos i això es valora per a l'efecte de conreu del sòl.

#### 7.1.1. Emissions de metà

En la gràfica d'aquest apartat (figura 23), es pot observar l'efecte del tipus de conreu a l'emissió de metà. És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han pres d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Cal dir que el cultiu abans de la fertilització no emet aquest gas a l'atmosfera, sinó que el sòl l'absorbeix, d'aquí que els valors siguin negatius. Després del dia de la fertilització, els valors comencen a ser positius, entre 0 i 1  $\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

Per poder estudiar aquest gràfic l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- SD: La sembra directa abans de la fertilització nitrogenada augmenta la seva absorció des dels  $-0,28\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,59\text{C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, la sembra directa augmenta l'absorció en uns  $0,31 \text{ mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

- ML: "L'strip till" abans de la fertilització nitrogenada disminueix la seva absorció des dels  $-0,71\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,019\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, "l'strip till" disminueix l'absorció en uns  $0,69\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- LI: En el conreu intensiu disminueix l'absorció de metà fins a arribar a l'emissió, des dels  $-0,44\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,056\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

El tipus de conreu que produeix més absorció de metà és la sembra directa (la mitjana del 05/25/16 i del 05/30/16 és de  $-0,43\text{ mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ) seguit de "l'strip till" (la mitjana del 05/25/16 i del 05/30/16 és de  $-0,36\text{ mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ) i, amb la menor absorció, el conreu intensiu (la mitjana del 05/25/16 i del 05/30/16 és de  $-0,19\text{ mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ).

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- SD: El dia de la fertilització disminueix l'absorció de metà amb la sembra directa fins als  $-0,05\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores ha augmentat l'absorció fins als  $-0,33\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i, a les 48 hores, ha disminuït fins als  $-0,12\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- ML: El dia de la fertilització nitrogenada augmenta l'absorció de metà amb "l'strip till" fins als  $-0,96\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores ha disminuït l'absorció fins arribar a emetre  $0,015\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores ha tornat a disminuir fins als  $-0,002\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- LI: El dia de la fertilització nitrogenada disminueix l'emissió de metà amb el conreu intensiu fins als  $0,046\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, disminueix l'emissió de metà fins que el metà és absorbit pel sòl amb un valor de  $-0,318\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores disminueix l'absorció fins als  $0,27\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

Durant aquests dies, el tipus de conreu que absorbeix més és la sembra directa (amb una mitjana dels 4 dies de  $-0,275\text{ mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ), seguit de "l'strip till" (amb una mitjana dels 4 dies de  $-0,242\text{ mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ) i, per últim, amb menys absorció, el conreu intensiu ( $-0,123\text{ mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ).

Els dies de després de la fertilització:

- SD: Amb la sembra directa, els valors augmenten fins que s'emeten uns 0,18mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- ML: Amb "l'strip till" el valor augmenta fins que s'emeten uns 0,416mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- LI: Amb el conreu intensiu, el valor augmenta fins que s'emeten uns 0,68mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

Els dies després de la fertilització, com es pot veure gràficament, tots els tipus de conreus augmenten els valors fins a emetre metà a l'atmosfera.

En general, la sembra directa, rombe blau, va augmentant la seva absorció fins al dia de la fertilització, que la redueix. Al dia següent de la fertilització, l'augmenta, però després la va reduint fins al final que emet, encara que en molt poca quantitat, el que menys.

"L'strip till", rombe roig, va reduint la seva absorció fins que l'emet. El dia de la fertilització s'observa un gran pic d'emissió i absorció i després emet, augmentant la seva emissió lentament.

En canvi, el conreu intensiu comença reduint la seva absorció. El dia de la fertilització queda completament igual que el dia anterior. El dia després augmenta l'absorció i després va augmentant fins que emet. Acaba sent el conreu que més emet, al final.

Finalment, dir que en aquest cas, l'emissió del metà està bastant igualada en tots els tipus de conreu al final. Fent mitjanes correctament, tots els tipus de conreus absorbeixen metà, és a dir, aquest gas no contamina l'atmosfera. El que més absorbeix és la sembra directa i el que menys, el conreu intensiu.

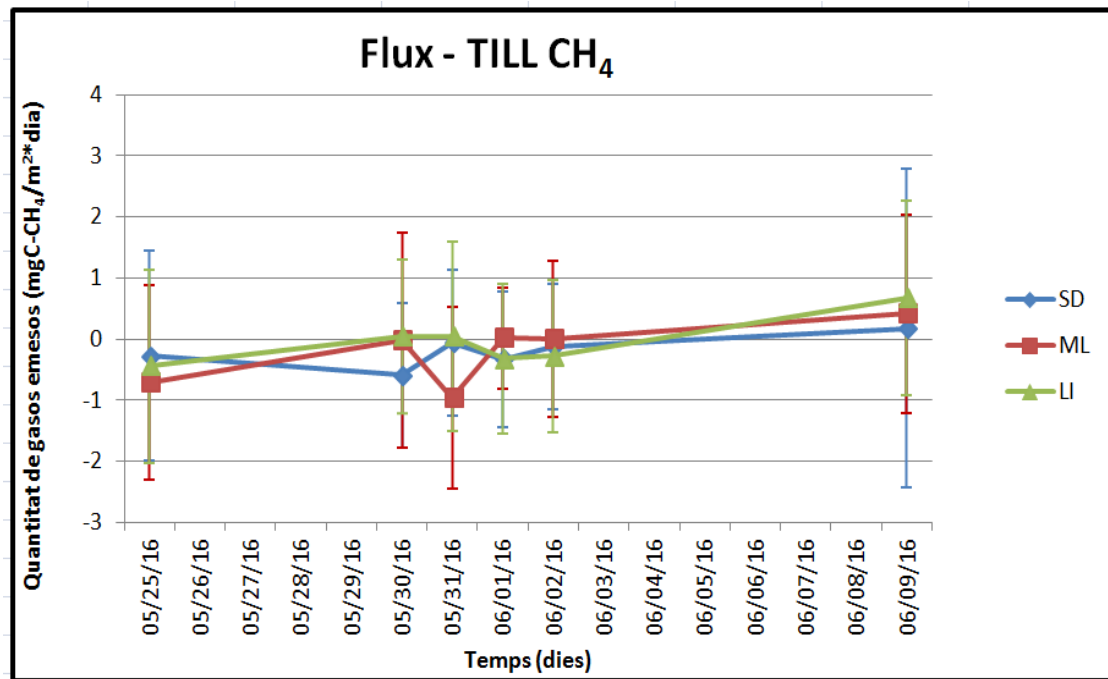


Figura 23 . Emissions de metà en funció dels dies i dependent del tipus de cultiu.

### 7.1.2. Emissions de diòxid de carboni

Les taxes d'emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera són molt diferents de les taxes d'emissió de metà. Primerament, perquè aquest gas no és absorbit pel sòl, sinó que és emès a l'atmosfera. A més a més, estem parlant de valors molt elevats d'emissió.

En aquesta figura 24 també és important el dia que s'han realitzat les mesures perquè el dia de la fertilització afecta a aquesta emissió de diòxid de carboni. Per analitzar millor la gràfica, es pot dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores després i, per últim, els dies després.

Abans de la fertilització nitrogenada:

- SD: La sembra directa abans de la fertilització nitrogenada augmenta les seves emissions des dels 885mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1492mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, la sembra directa augmenta la seva emissió en uns 607mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- ML: "L'strip till" abans de la seva fertilització nitrogenada augmenta les seves emissions des dels 679mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1095mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, "l'strip till" augmenta la seva emissió en uns 419mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

- LI: En el cas del conreu intensiu, les emissions no augmenten, sinó que disminueixen des del  $540\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $431\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, el conreu intensiu disminueix les seves emissions en un  $109\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- SD: La sembra directa, el dia de la fertilització disminueix les seves emissions des dels  $1492\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $1110\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Disminueix les seves emissions en uns  $382\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, comença a augmentar i a les 48 hores després de la fertilització nitrogenada, l'emissió de gasos augmenta fins als  $1420\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ , augmentant uns  $320\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- ML: "L'strip till" el dia de la fertilització disminueix les seves emissions des dels  $1095\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $853\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Disminueix les seves emissions en uns  $242\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores comença a augmentar i a les 48 hores després de la fertilització nitrogenada, l'emissió de gasos augmenta fins als  $1111\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  (gairebé igual que abans que es realitzés la fertilització), augmentant uns  $242\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- LI: El conreu intensiu, en canvi, el dia de la fertilització augmenta les seves emissions des dels  $431\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $679\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Augmenta les seves emissions en uns  $248\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores disminueix fins als  $517\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  encara que, a les 48 hores, torna a augmentar fins als  $748\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

Per últim, els dies després:

- SD: Des del 06/02/2016 fins al 06/09/2016, l'emissió de gasos en la sembra directa augmenta proporcionalment. Augmenta des dels  $1420\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $1552\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- ML: Des del 06/02/2016 fins al 06/09/2016, l'emissió de gasos en "l'strip till" no augmenta gairebé res. Augmenta des dels  $1111\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $1136\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

- LI: Des del 06/02/2016 fins al 06/09/2016, l'emissió de gasos en el conreu intensiu disminueix des dels 748mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 678mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

Com es pot veure gràficament (figura 24), la sembra directa és la que més diòxid de carboni emet en tot moment i, en canvi, el conreu intensiu és el que menys emet.

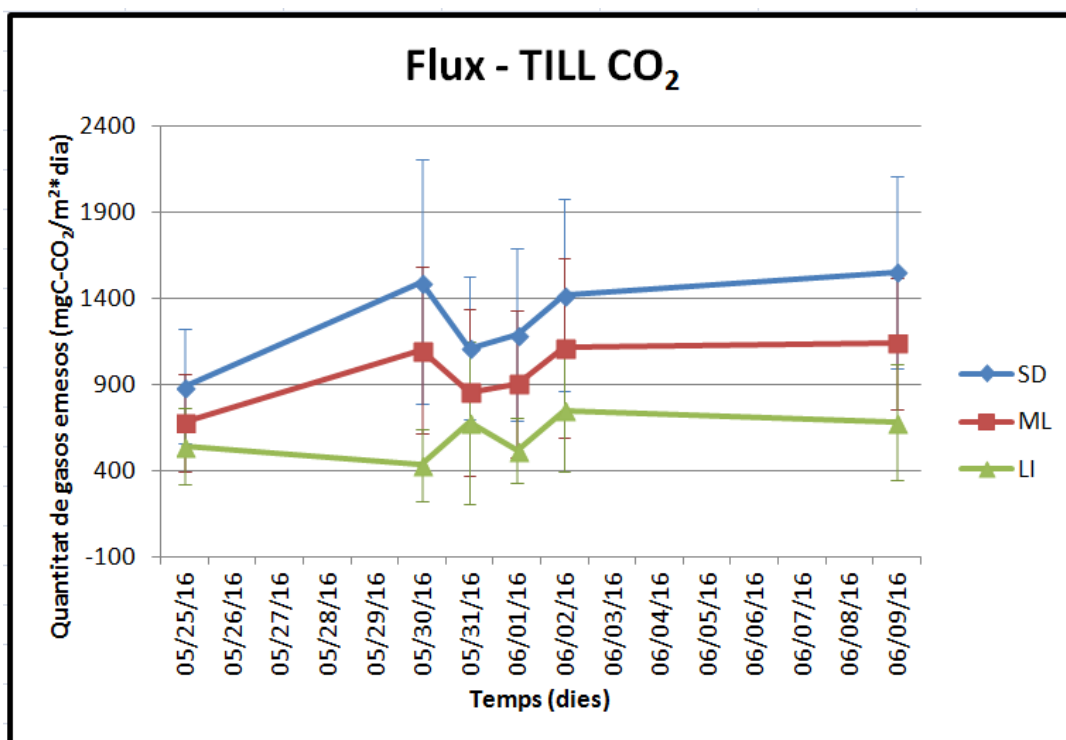


Figura 24 . Emissions de diòxid de carboni en funció dels dies i depenent del tipus de cultiu.

### 7.1.3. Emissions d'òxid nitrós

A la gràfica de l'òxid nitrós (imatge 25), les quantitats de gasos que s'estudien són similars a les emissions de metà (treballem aproximadament entre els mateixos marges) encara que els valors són majoritàriament positius, és a dir, s'emet el gas a l'atmosfera.

En aquesta gràfica també és important el dia que s'han realitzat les mesures perquè el dia de la fertilització afecta a aquesta emissió de diòxid de carboni. Per analitzar millor la gràfica, es pot dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores després i, per últim, els dies després.

Abans de la fertilització nitrogenada:

- SD: Augmenta l'emissió des dels 0,12mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,30mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, la sembra directa augmenta l'emissió en uns 0,27mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- ML: Augmenta l'emissió des dels 0,0018mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,37mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, "l'strip till" augmenta l'emissió en uns 0,37mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- LI: En aquest cas, els valors passen de ser negatius a ser positius, és a dir, inicialment es produeix una absorció de gasos amb un valor de -0,046 mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia i el següent dia que s'agafen dades, aquest valor ha augmentat fins a 0,03mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia (s'allibera el gas).

A la gràfica, en aquesta primera part, ja es pot observar que la que menys emet és el conreu intensiu i la forma de conreu que més emet és la sembra directa.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- SD: La sembra directa disminueix les seves emissions d'òxid nitrós des dels 0,39mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,24mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores ja ha augmentat l'emissió i a les 48, continua augmentant fins als 0,7mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- ML: "L'strip till" també disminueix les seves emissions de N<sub>2</sub>O des del 0,37mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,25mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores no ha augmentat gairebé l'emissió, igual que a les 48 hores (0,26mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia).
- LI: El conreu intensiu, en lloc de disminuir les emissions les augmenta des dels 0,03mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,14mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores disminueix fins als 0,05mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. A les 48 hores, ha augmentat l'emissió fins als 0,13mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquest apartat, el que menys òxid nitrós emet és el conreu intensiu i el que més emet és la sembra directa.

Finalment, els dies posteriors a la fertilització nitrogenada:



- SD: Des dels 06/02/2016 fins al 06/09/16 la sembra directa és el tipus de cultiu que augmenta més l'emissió de gasos (des dels 0,7mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1,24mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia)
- ML: Des dels 06/02/2016 fins al 06/09/16 "l'strip till" no augmenta gairebé la seva emissió (des dels 0,2633mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,2642mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia).
- LI: El conreu intensiu, igual que "l'strip till", no augmenta les seves emissions en gran quantitat (des dels 0,13mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,15mg C-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia).

En aquestes dates es pot observar que la forma de conreu que més emet és la sembra directa i continua augmentant els seus valors. En canvi, "l'strip till" i el conreu intensiu no augmenten gairebé les emissions (els dos tipus de conreus formen una recta però en diferents valors).

En general, es pot observar gràficament (figura 25) que la forma de conreu que més emet és la sembra directa (amb una mitjana aproximada de 0,62mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia). Seguidament hi ha "l'strip till" amb una emissió mitjana de 0,234mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la forma de conreu que menys emet és el conreu intensiu (amb una mitjana aproximada de 0,081mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia).

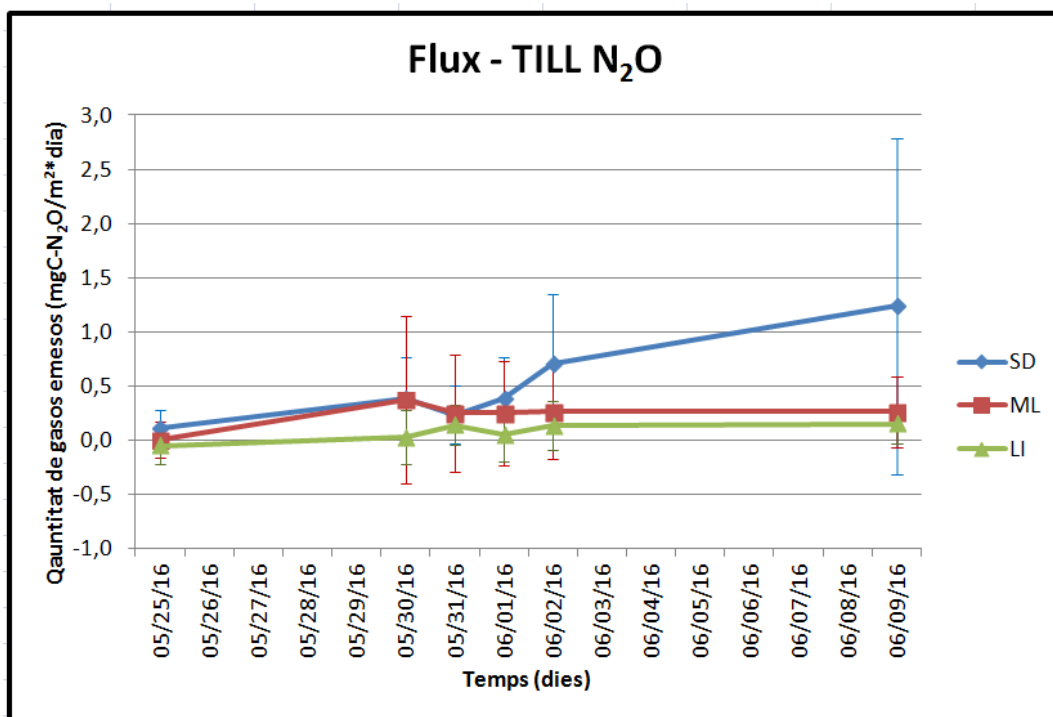


Figura 25 . Emissions d'òxid nitrós en funció dels dies i dependent del tipus de cultiu.

## 7.2. Efecte del tipus de fertilització sobre la quantitat d'emissions

Per estudiar l'efecte del tipus de fertilització sobre quantitat d'emissions, s'han realitzat 3 gràfiques, una per a cada gas. La variable independent amb la que es treballa és el temps en dies. La variable dependent, en aquest cas, és l'emissió de cadascun dels gasos i això es valora per a l'efecte del tipus de fertilització nitrogenada.

### 7.2.1. Emissions de metà

En la gràfica d'aquest apartat (figura 26), es pot observar l'efecte del tipus de fertilització nitrogenada aplicada al sòl a l'emissió de metà. És important el dia en què s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat 1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Els valors de les emissions d'aquest gas es troben, entre -1 i 1. És a dir, en alguns moments aquest gas és absorbit pel sòl i en altres, emet a l'atmosfera.

Per analitzar millor la gràfica, es pot dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores després i, per últim, els dies després.

Abans de la fertilització nitrogenada:

- 0kg N/ha: L'absorció de metà abans de la fertilització nitrogenada augmenta des dels  $-0,31\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,84\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada l'absorció de metà passa dels  $-0,48\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins a  $0,214\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ , per tant, el metà passa a ser emès a l'atmosfera.
- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, el metà també passa de ser absorbit a ser emès. Augmenta el valor des dels  $-0,62\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,08\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquesta primera part, podem observar gràficament que la fertilització nul·la és la que més metà absorbeix, encara que no l'emet a l'atmosfera. El tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la mitjana, 200kgN/ha.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització nul·la, disminueix l'absorció de metà des dels  $-0,84\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,11\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'absorció en uns  $0,73\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, torna a augmentar l'absorció de metà fins als  $-0,33\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i, a les 48 hores, torna a disminuir l'absorció fins als  $-0,17\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, disminueix el valor d'emissió de metà fins al punt que és absorbit pel sòl, amb un valor de  $-0,85\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió disminueix en  $1\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, disminueix el valor d'absorció de metà pel sòl fins als  $-0,18\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, torna a augmentar l'absorció fins als  $-0,22\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, disminueix l'emissió de metà fins a ser absorbit pel sòl amb un valor de  $-0,012\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió disminueix en uns  $0,09\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, el valor d'absorció augmenta fins als  $-0,13\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 48 hores, torna a disminuir fins als  $-0,013\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

Podem observar a la figura 26 que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet en aquest apartat és la màxima, la fertilització de 400kg N/ha.

Els dies de després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, els valors augmenten fins que s'emeten  $0,49\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, augmenta l'absorció fins als  $-0,234\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima, el metà passa de ser absorbit a ser emès amb un valor de  $0,93\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En general, podem observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la màxima, la de 400kg N/ha. La fertilització que menys emet,

ja que gairebé tots els valors són negatius (el metà és absorbit pel sòl), és la fertilització nitrogenada de 200kg N/ha.

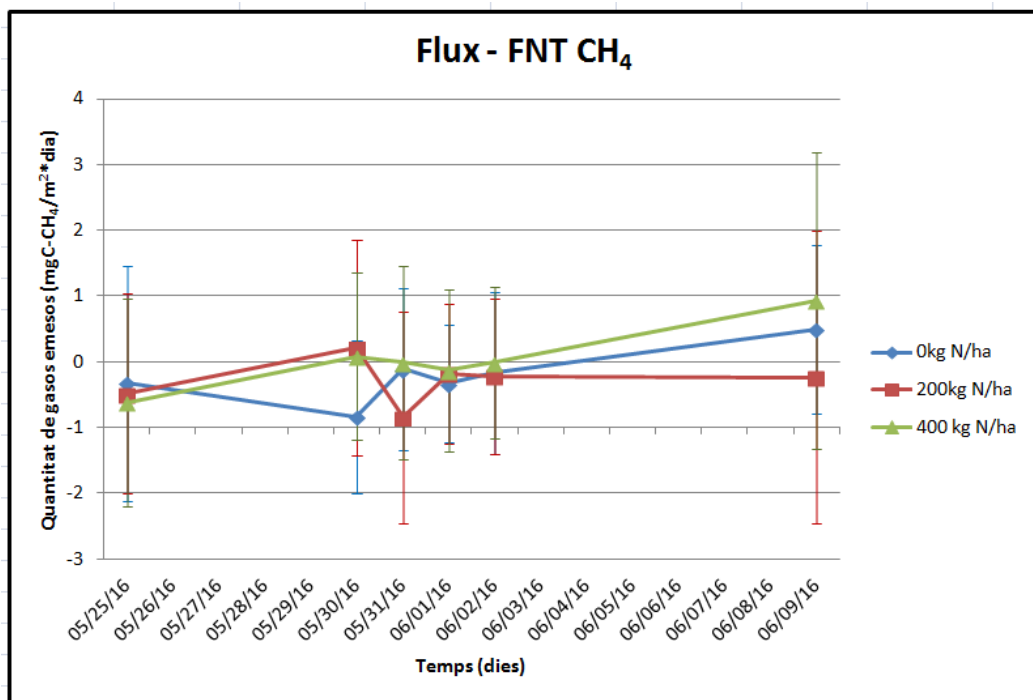


Figura 26 . Emissions de metà en funció dels dies i depenent del tipus de fertilització nitrogenada.

### 7.2.2. Emissions de diòxid de carboni

En la figura 27 es pot veure l'efecte del tipus de fertilització nitrogenada aplicada al sòl a l'emissió de diòxid de carboni. És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se l'hi ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Els valors d'emissió d'aquest gas són molt diferents de les emissions de metà. En el cas del metà, es tracta de valors d'emissió molt petits i fins i tot no hi ha emissió, sinó absorció. En el cas del diòxid de carboni, es tracta de valors molt més grans i tots són positius, és a dir, sempre s'emet aquest gas a l'atmosfera.

Per analitzar millor la gràfica, es pot dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores després i, per últim, els dies després.

Abans de la fertilització nitrogenada:

- 0kg N/ha: L'emissió de diòxid de carboni abans de la fertilització nitrogenada augmenta des dels 671mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 932mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. L'emissió augmenta en uns 261mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització, l'emissió de diòxid de carboni augmenta des dels 710mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1039mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, l'emissió augmenta en uns 329mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima, l'emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera augmenta des dels 720mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1081mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per tant, augmenta en uns 361mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquesta primera part, podem observar perfectament que el tipus de fertilització que més emet és la màxima (400kg N/ha) i la que menys emet és la fertilització nul·la (0 kg N/ha).

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la de 0kg N/ha, disminueix l'emissió de diòxid de carboni fins als 832mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, l'emissió torna a augmentar fins als 843mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i, a les 48 hores, torna a augmentar fins als 1020mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, disminueix l'emissió de diòxid de carboni fins als 838mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores de l'aplicació de la fertilització, l'emissió augmenta fins als 952mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. A les 48 hores, continua augmentant fins als 1205mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, disminueix l'emissió de diòxid de carboni fins a una 972mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores de la fertilització màxima, l'emissió torna a disminuir fins als 843mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i a les 48 hores, augmenta fins al 1053mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

Gràficament podem veure que el tipus de fertilització que més emet en aquesta part és la de 200kg N/ha i la que menys emet és la mínima (0kg N/ha).

Els dies després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, els valors d'emissió de diòxid de carboni disminueixen fins que s'emeten 973mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada de 200kg N/ha, augmenta l'emissió fins als 1223mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima, l'emissió de diòxid de carboni augmenta fins als 1206mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En general, podem observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que emet més diòxid de carboni és la mitjana (200kg N/ha). En segon lloc, hi ha la fertilització de 400kg N/ha. En últim lloc, el tipus de fertilització que emet menys diòxid de carboni és la de 0kg N/ha.

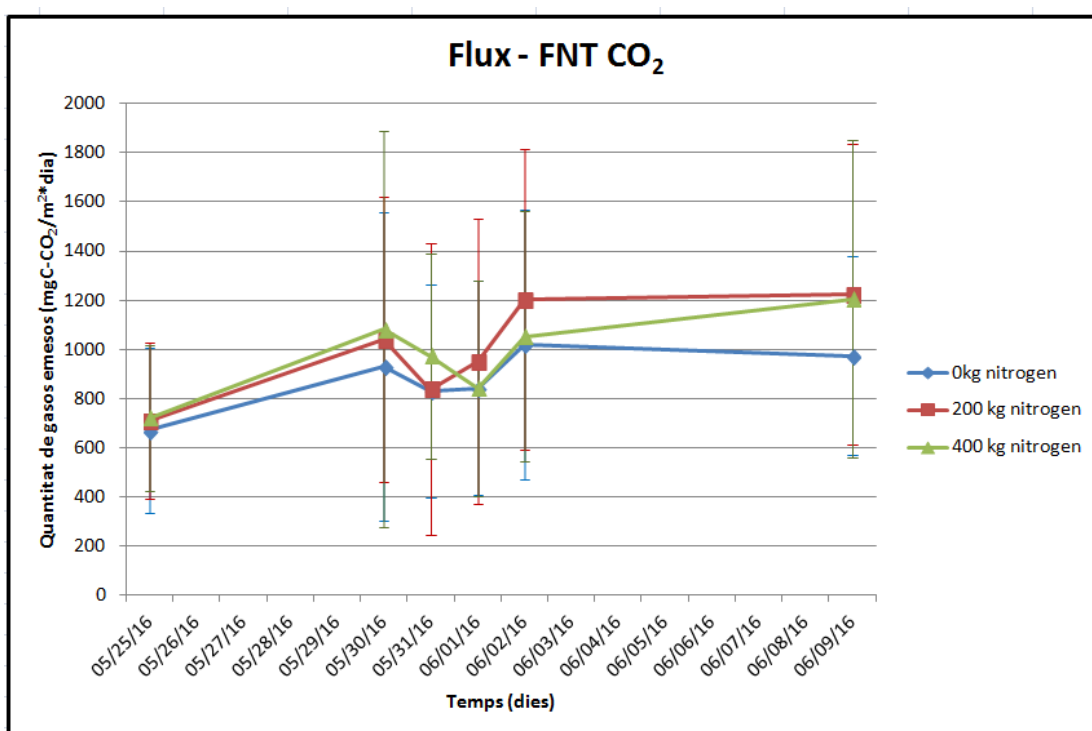


Figura 27 . Emissions de diòxid de carboni en funció dels dies i depenent del tipus de fertilització nitrogenada.

### 7.2.3. Emissions d'òxid nítrós

En la figura 28 es pot observar l'efecte del tipus de fertilització nitrogenada aplicada al sòl a l'emissió d'òxid nítrós. És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se l'hi ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat en diferents dates: 1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Els valors d'emissió d'aquest gas són molt diferents de les emissions de diòxid de carboni. L'òxid nítrós no s'absorbeix pel sòl, sinó que s'emet a l'atmosfera en valors molt petits. Aquestes emissions són més petites que  $1\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

Per analitzar millor la gràfica, es pot dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores després i, per últim els dies després.

Abans de la fertilització nitrogenada:

- $0\text{kg N/ha}$ : L'emissió d'òxid nítrós abans de la fertilització nitrogenada augmenta des dels  $0,033\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,55\text{mg C-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en  $0,022\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .
- $200\text{kg N/ha}$ : Amb la fertilització nitrogenada de  $200\text{kg N/ha}$ , l'emissió d'òxid nítrós passa dels  $0,017\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,29\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,273\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .
- $400\text{kg N/ha}$ : Abans de la fertilització nitrogenada l'emissió d'aquest gas passa dels  $0,025\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,46\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,435\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquesta primera part, el tipus de fertilització nitrogenada que més òxid nítrós emet és la de  $400\text{kg N/ha}$ . Seguidament, la de  $200\text{kg N/ha}$ . El tipus que menys emet és la nul·la, per tant, la de  $0\text{kg N/ha}$ .

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- $0\text{kg N/ha}$ : El dia de la fertilització, amb la fertilització nul·la, augmenta l'emissió d'òxid nítrós des dels  $0,055\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,093\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, l'emissió d'aquest gas disminueix fins als  $0,049\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  i a les 48 hores, torna a disminuir però en poca quantitat fins als  $0,044\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .
- $200\text{kg N/ha}$ : En aquest gas, l'emissió del gas disminueix des dels  $0,29\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,18\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, l'emissió augmenta fins als  $0,26\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, torna a augmentar aquesta emissió fins a un valor de  $0,49\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 400kg N/ha: Amb la fertilització màxima, l'emissió d'òxid nitrós disminueix des dels 0,46mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,36mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, el valor d'emissió augmenta fins als 0,4mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia i a les 48 hores, continua augmentant fins als 0,59mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

Els dies després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb aquesta fertilització, els valors d'emissió augmenten fins als 0,14mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: L'emissió d'òxid nitrós passa des dels 0,49mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,46mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització màxima, l'emissió augmenta fins a 1mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

Finalment afegir que, en tot moment, les tres rectes d'emissió es troben ben separades. El tipus de fertilització nitrogenada del sòl que més emet és la màxima (400kg N/ha), seguida de la de 200kg N/ha. Per últim, la fertilització nul·la, és a dir, la de 0kg N/ha.

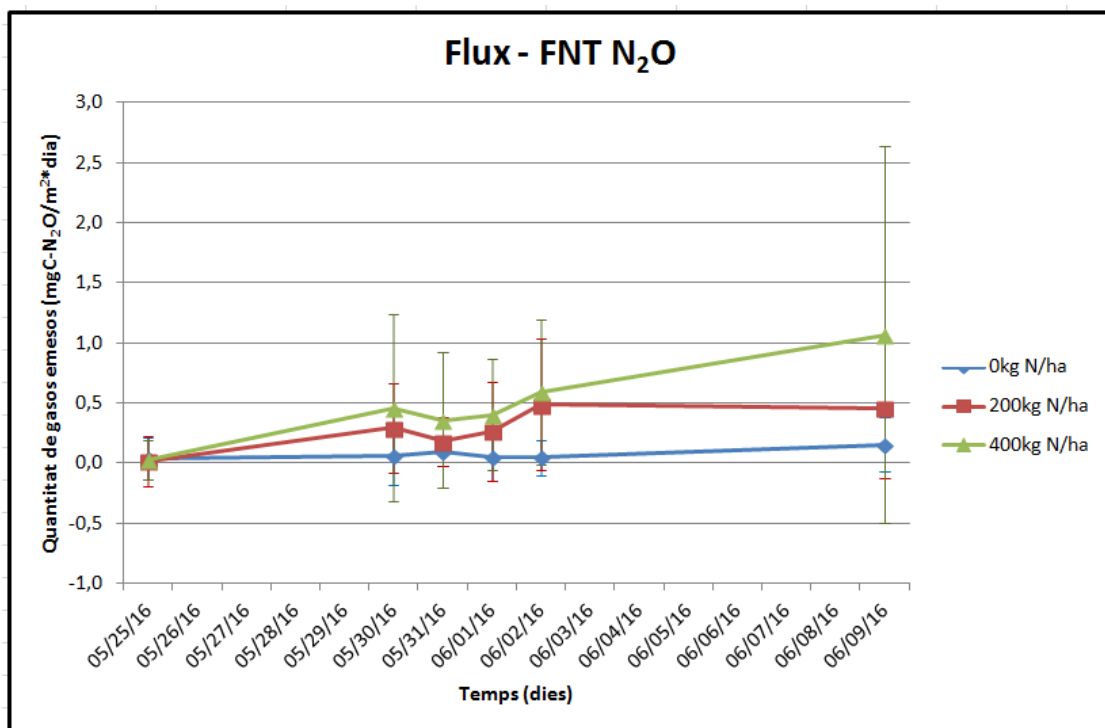


Figura 28 . Emissions d'òxid nitrós en funció dels dies i depenent del tipus de fertilització nitrogenada.



### 7.3. Efecte del tipus de conreu sobre el WFPS

Per estudiar l'efecte del tipus de conreu sobre el WFPS (que és la quantitat d'aigua que cap en els porus del sòl) s'ha realitzat una gràfica, ja que no és necessari una per cada gas perquè mesurem la quantitat que té el sòl. La variable independent amb la qual es treballa és el temps en dies. La variable dependent, en aquest cas, és el % de WFPS i això es valora per a l'efecte del tipus de conreu.

Com es pot veure a la figura 29, inicialment (el dia 05/25/2016) les dades ja estan bastant separades. La sembra directa és la que té un percentatge de WFPS més alt, d'un 65%. "L'strip till" és el conreu que té un percentatge mitjà (entre els altres dos tipus de conreu) amb un 41%. I, finalment, el conreu intensiu és el tipus de conreu amb més WFPS, amb un 35%.

Aquest percentatge augmenta el dia abans de la fertilització.

- SD: 74% de WFPS
- ML: 51% de WFPS
- LI: 43% de WFPS

El dia que se li aplica la fertilització nitrogenada al sòl, aquest percentatge disminueix en tots els tipus de conreu. El WFPS de la sembra directa passa del 74% al 62%. En canvi, en "l'strip till" passa del 51% al 41%. I, per altra banda, en el conreu intensiu passa del 43% al 38%.

Tant a les 24 hores de l'aplicació nitrogenada com a les 48 hores, el percentatge continua disminuint.

- SD: La sembra directa a les 24 hores de la fertilització té una WFPS del 63%. En canvi, a les 48 hores té un WFPS del 54%.
- ML: "L'strip till" a les 24 hores de la fertilització té un WFPS del 39%. En canvi, a les 48 hores té un WFPS del 36%.
- LI: El conreu intensiu a les 24 i a les 48 hores de la fertilització té un WFPS del 30%. Encara que és el mateix percentatge, varien els decimals (del 30,5% al 30%).

Després de la fertilització la sembra directa augmenta el valor del WFPS en un 7%. "L'strip till" ho fa en un 1%. En canvi, el percentatge de WFPS amb el conreu intensiu disminueix un 2%.

En general, el tipus de conreu amb un percentatge més alt de WFPS és la sembra directa. En canvi, el percentatge més baix és el del conreu intensiu.

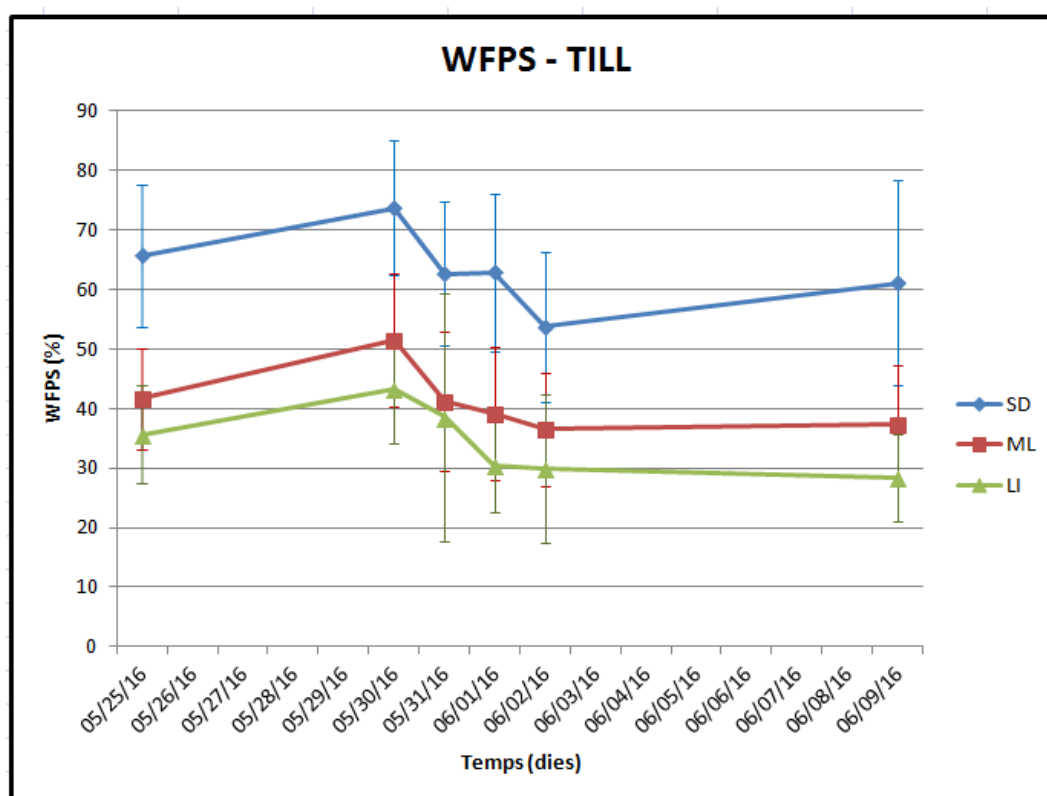


Figura 29 . WFPS en funció dels dies i depenent del tipus de cultiu.

#### 7.4. Efecte del tipus de conreu sobre la temperatura

Un dels objectius secundaris d'aquest treball era valorar com afectava la variable temperatura a l'emissió de gasos d'efecte hivernacle. Amb aquestes mesures volem arribar a saber la contaminació dels cultius, és a dir, si és millor les baixes o les altes temperatures perquè aquesta emissió sigui mínima.

Per estudiar l'efecte del tipus de conreu sobre la temperatura del sòl, s'ha realitzat només una gràfica, ja que no és necessari una per cada gas perquè mesurem els graus del sòl. La variable independent amb què es treballa és el temps en dies. La variable dependent, en aquest cas, és la temperatura i això es valora per a l'efecte del tipus de conreu.

A la figura 30 es pot observar que el tipus de conreu no influeix a la temperatura, ja que els tres conreus tenen aproximadament la mateixa temperatura.

Els dies abans de la fertilització, la temperatura oscil·la sobre els 15 graus. En canvi, el dia de la fertilització aquesta temperatura augmenta. Endemés, augmenta més a les 48 hores. Al cap d'una setmana, podem observar que aquesta temperatura, en els tres tipus de conreu, augmenta uns 5 graus.

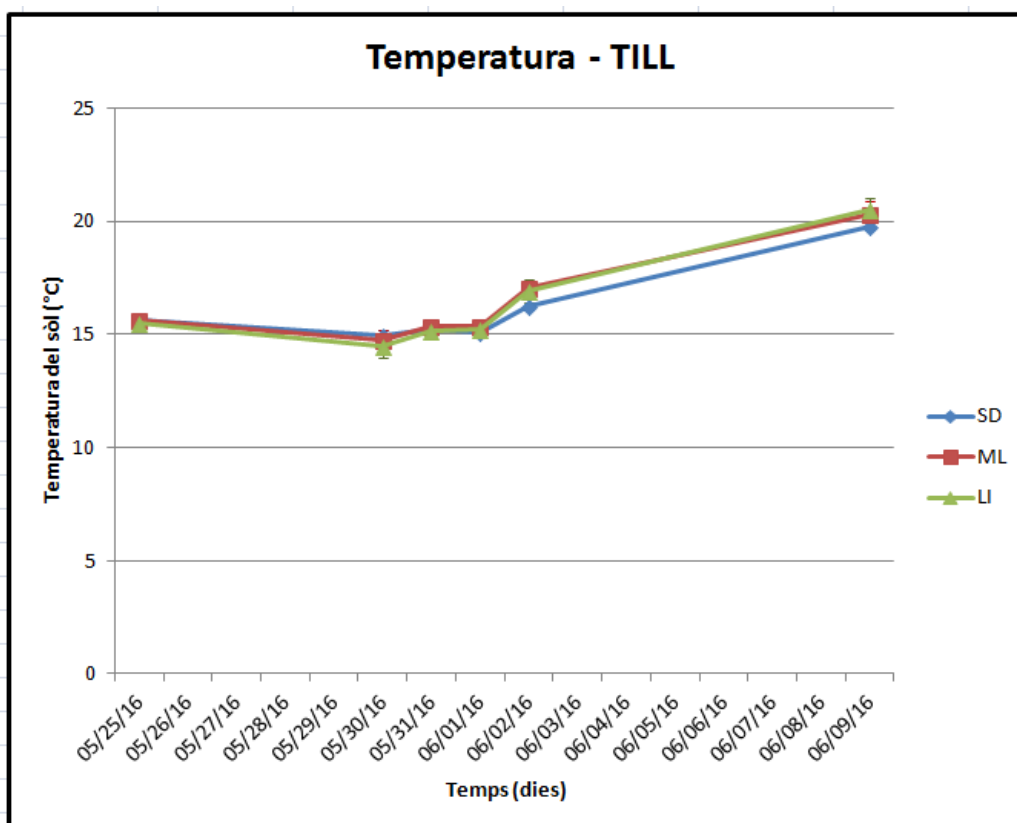


Figura 30 . Temperatura en funció dels dies i depenent del tipus de cultiu.

### 7.5. Efecte del tipus de fertilització i el tipus de conreu sobre la quantitat d'emissions

Per estudiar la interacció entre el tipus de conreu, el tipus de fertilització i l'emissió de gasos, s'han realitzat tres gràfiques amb 9 variables experimentals cadascuna. Per a poder-les analitzar millor, s'han dividit les 3 gràfiques en 9, depenent del tipus de conreu i del gas que s'emet. La variable independent amb què es treballa és el temps en dies. La variable dependent, en aquest cas, és l'emissió de cadascun dels gasos i això es valora per a l'efecte del conreu del sòl i per a l'efecte del tipus de fertilització nitrogenada.

### 7.5.1. Emissions de metà

En la figura 31 es pot observar com afecta el tipus de conreu i el tipus de fertilització a l'emissió de metà. Com es pot veure al gràfic, és molt difícil dir a simple vista quin tipus de fertilització nitrogenada i de conreu és el que emet més metà a l'atmosfera. És per fer això que s'han utilitzat mitjanes de les dades, adjuntades a l'Annex.

Aquest és l'ordre de mitjanes d'emissió de metà de major a menor:

- Conreu intensiu amb 400kgN/ha: 0,299mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Sembra directa amb 0kgN/ha: 0,115mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 400kgN/ha: 0,046mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 200kgN/ha: 0,035mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Sembra directa amb 400kgN/ha: 0,03mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 200kgN/ha: 0,024mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 0kgN/ha: -0,30mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia (el metà és absorbit per això que el valor sigui negatiu).
- "Strip till" amb 0kgN/ha: -0,32mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia (el metà és absorbit).
- Sembra directa amb 200kgN/ha: -0,67mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia (el metà és absorbit).

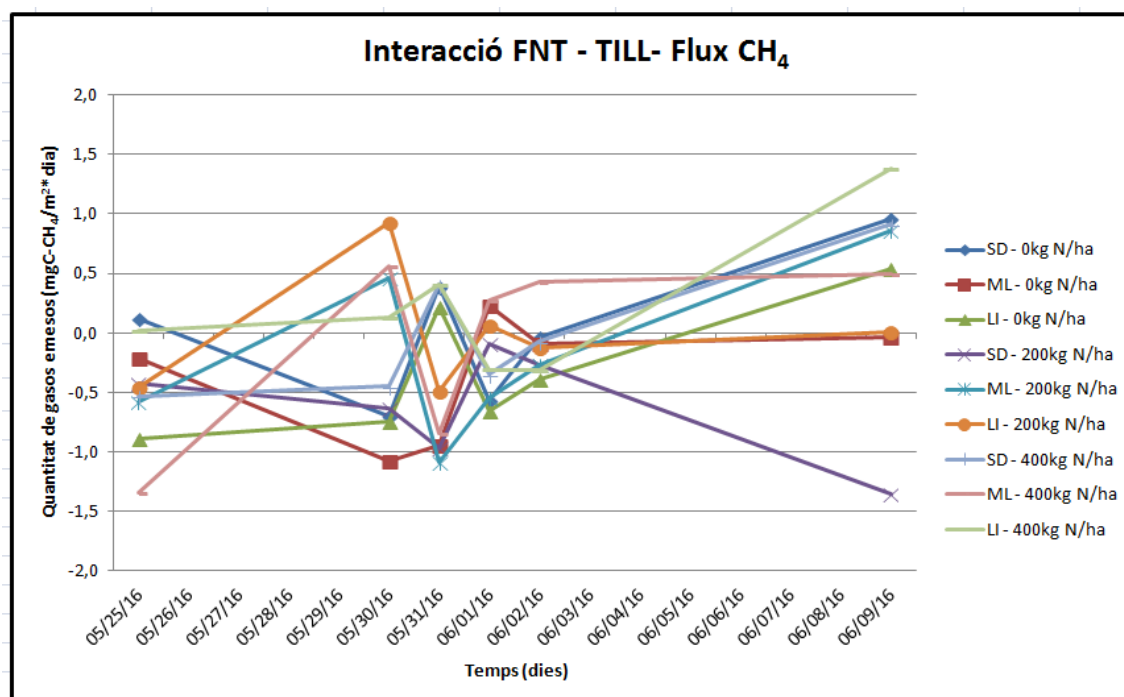


Figura 31 . Interacció entre fertilització, tipus de conreu i flux de metà en funció dels dies.

### Emissions de metà amb sembra directa

En la gràfica d'aquest apartat (figura 32) es pot observar com afecta el tipus de fertilització a l'emissió de metà amb la sembra directa. És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Cal dir que els valors d'emissió de metà amb la sembra directa no són elevats, sinó que inclús són negatius (en alguns moments, el metà és absorbit). Els valors oscil·len entre  $1\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i  $-1\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

Per poder estudiar aquest gràfic l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el metà passa de ser emès a ser absorbit. Passa dels  $0,12\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,7\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada l'absorció de metà augmenta des dels  $-0,42\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,63\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, el metà és absorbit en tot moment. L'absorció ha disminuït des dels  $-0,53\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,45\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquesta primera part, podem observar que l'únic tipus de fertilització que emet metà a l'atmosfera és la de 0kgN/ha i només ho fa el primer dia.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització nul·la, disminueix l'absorció de metà des dels  $-0,69\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins a ser emès a l'atmosfera amb un valor de  $0,4\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, disminueix el valor d'emissió de metà fins a ser absorbit amb un valor de  $-0,57\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, augmenta l'absorció fins als  $-0,03\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, augmenta el valor d'absorció des dels  $-0,63\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,95\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, disminueix el valor d'absorció del metà fins als  $-0,09\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i, a les 48 hores, torna a augmentar fins als  $-0,27\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, augmenta el valor d'absorció del metà fins que arriba a ser emès amb un valor de  $0,4\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

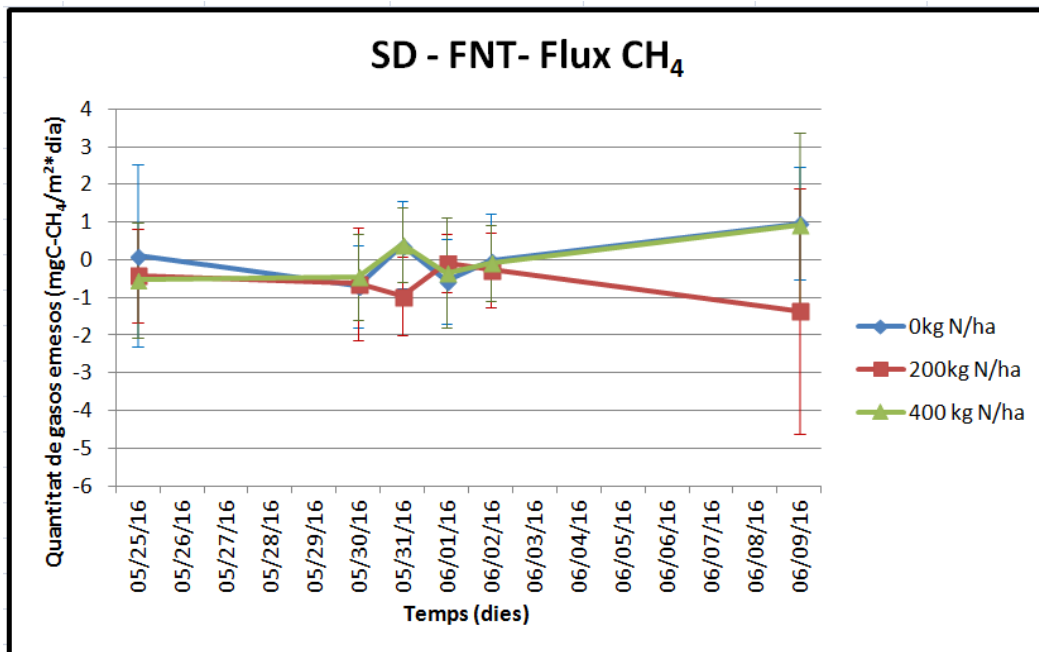
A les 24 hores, torna a disminuir aquest valor fins als  $-0,35\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i, a les 48 hores, disminueix el valor d'absorció de metà fins als  $-0,07\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, amb la fertilització de 0kgN/ha, el sòl absorbeix metà amb el valor de  $-0,22\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Amb la fertilització de 200kgN/ha, el sòl absorbeix uns  $-0,48\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Per últim, amb la fertilització nitrogenada màxima, s'absorbeix el valor mínim ( $-0,11\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ).

Els dies de després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, el metà passa de ser absorbit a ser emès, és a dir, des dels  $-0,03\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,965\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, augmenta l'absorció des dels  $-0,27\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-1,35\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima, el metà passa de ser absorbit a ser emès, des dels  $-0,07\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,92\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En general, amb la sembra directa, el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 0kgN/ha amb un valor de  $0,12\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Seguidament, la de 400kgN/ha amb un valor de  $0,03\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Per últim, la fertilització nitrogenada de 200kgN/ha amb un valor de  $-0,67\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .



**Figura 32** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de metà amb la sembra directa i en funció dels dies.

### Emissions de metà amb "strip till"

A la figura 33 es pot observar l'efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de metà amb "strip till". Torna a ser important el dia que s'han obtingut les dades, ja que depèn del dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per poder estudiar aquest gràfic l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització nitrogenada:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el metà augmenta la seva absorció des dels  $-0,21\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-1,07\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'absorció augmenta en uns  $0,86\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el metà passa de ser absorbit a ser emès, passa dels  $-0,58\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,46\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Per tant, augmenta l'emissió en  $1,04\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, el metà torna a passar de ser absorbit a ser emès, passa del  $-1,34\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,56\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en un  $1,9\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquesta primera part, ja podem observar gràficament que el tipus de fertilització que més metà emet amb "l'strip till" és la de 200kgN/ha, seguida de la de 400kgN/ha i, per últim, la nul·la.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització nul·la disminueix l'absorció de metà des dels  $1,07\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,95\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, disminueix el valor d'absorció de metà fins que arriba a ser emès a l'atmosfera amb uns  $0,23\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, l'emissió torna a disminuir fins als  $-0,09\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, l'emissió de metà disminueix fins a ser emès a l'atmosfera, el valor disminueix des dels  $0,46\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-1,09\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, l'absorció disminueix fins als  $-0,55\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i a les 48 hores, continua disminuint fins als  $-0,27\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, disminueix l'emissió de metà des del  $0,56\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,85\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, disminueix aquesta absorció fins a arribar a valors d'emissió amb uns  $0,27\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, augmenta l'emissió fins als  $0,42\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, amb la fertilització de 400kgN/ha, el sòl emet metà amb un valor de  $0,1\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Amb la fertilització de 200kgN/ha, el sòl absorbeix uns  $-0,36\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . Per últim, amb la fertilització nul·la, el sòl absorbeix uns  $-0,47\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

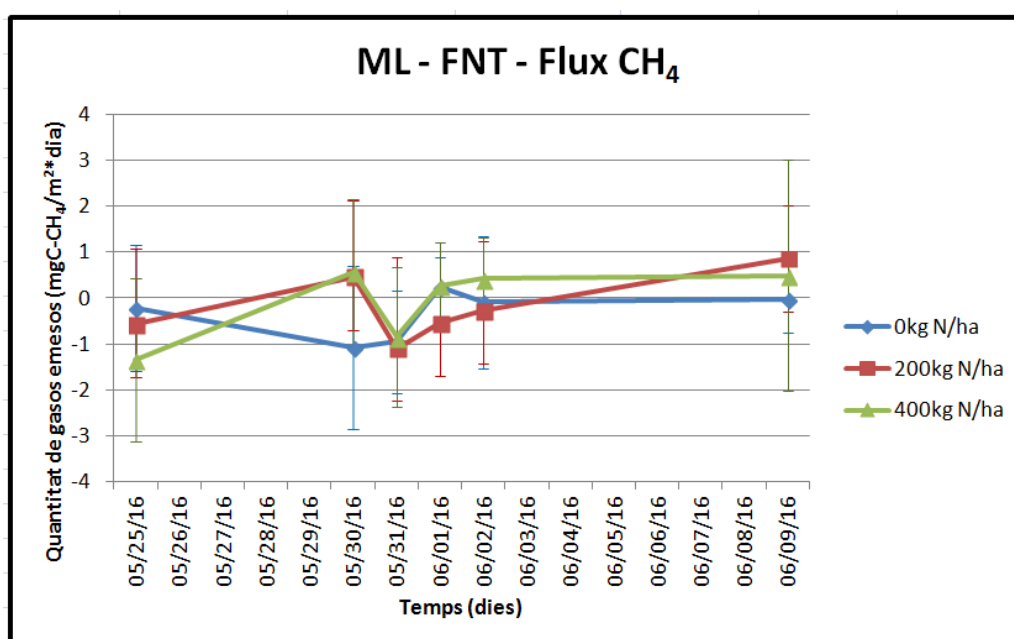
Els dies de després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, el metà disminueix la seva absorció fins als  $-0,034\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .



- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, el valor d'absorció disminueix fins que aquest gas és emès a l'atmosfera amb un valor de 0,86mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima, el metà augmenta l'emissió fins als 0,49mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En general, amb "l'strip till", el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400kgN/ha, amb un valor de 0,46C-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Seguidament, la de 200kgN/ha, amb un valor de 0,024mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la fertilització nul·la, amb un valor d'uns -0,32mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.



**Figura 33** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de metà amb "l'strip till" i en funció dels dies.

### Emissions de metà amb conreu intensiu

A la figura 34 es pot observar com afecta el tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de metà amb el conreu intensiu. És important el dia que s'han obtingut les dades, ja que depèn del dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per poder estudiar aquest gràfic l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització nitrogenada:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el metà disminueix la seva absorció des dels  $-0,88\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,75\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'absorció disminueix en  $0,13\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el metà passa de ser absorbit a ser emès, des dels  $-0,45\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,93\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en  $1,38\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada de  $400\text{gN/ha}$ , el metà augmenta la seva emissió des dels  $0,016\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,13\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,114\text{mg C-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquesta primera part, podem observar que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de  $200\text{gN/ha}$ , seguida de la de  $400\text{gN/ha}$ . Per últim, la que menys emet és la de  $0\text{kgN/ha}$ .

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

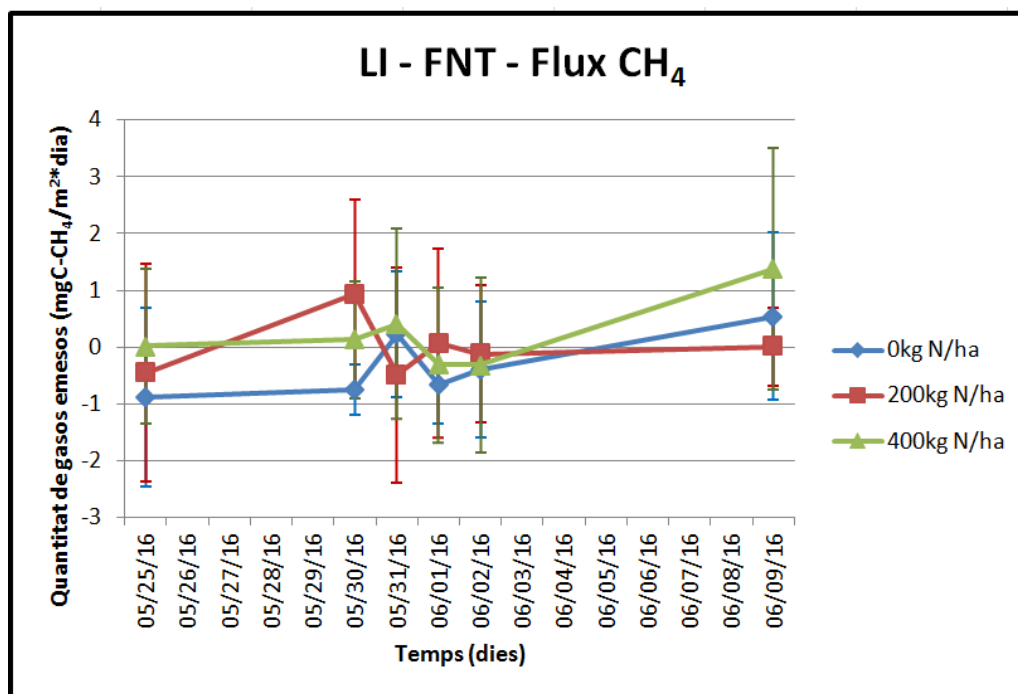
- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització nul·la, disminueix l'absorció de metà fins que arriba a ser emès, des dels  $-0,75\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,22\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, disminueix fins als  $-0,65\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i a les 48 hores, disminueix fins als  $-0,39\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de  $200\text{kg N/ha}$ , l'emissió de metà disminueix des dels  $0,92\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $-0,49\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, l'absorció disminueix fins que aquest gas es emès a l'atmosfera amb un valor de  $0,07\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, disminueix fins arribar als  $-0,12\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de  $400\text{kg N/ha}$ , el metà augmenta la seva emissió des dels  $0,13\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,4\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,27\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, aquesta disminució arriba fins als  $-0,3\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$  i a les 48 hores, augmenta en poca quantitat fins als  $-0,31\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, amb la fertilització de 200gN/ha, s'emeten 0,96mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Amb la fertilització de 400gN/ha, s'absorbeixen uns -0,02mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, amb la fertilització nul·la, el sòl absorbeix uns -0,392mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

Els dies de després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, el metà disminueix el valor d'absorció fins a emetre 0,54mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, el valor d'absorció disminueix fins a emetre 0,009mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima, el metà passa a ser emès a l'atmosfera amb un valor de 1,38mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

El general, amb el conreu intensiu, el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400gN/ha, amb un valor de 0,29mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Seguida de la fertilització de 200kgN/ha, amb un valor de 0,035mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. I, per últim, la fertilització nul·la, amb un valor de -0,3mgC-CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.



**Figura 34** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de metà amb el conreu intensiu i en funció dels dies.

### 7.5.2. Emissions de diòxid de carboni

En la figura 35 es pot observar com afecta el tipus de conreu i el tipus de fertilització a l'emissió de diòxid de carboni. Com ja es pot veure al gràfic, és molt difícil dir a simple vista quin tipus de fertilització nitrogenada i de conreu és el que emet més diòxid de carboni a l'atmosfera, per això s'han utilitzat mitjanes.

En el cas del diòxid de carboni els valors són molt diferents als anterior (els valors del metà) per diverses raons. Primer, perquè són positius, és a dir, sempre s'emet aquest gas a l'atmosfera. En segon lloc, perquè són valors molt més elevats.

Aquest és l'ordre de mitjanes d'emissió de diòxid de carboni de major a menor:

- Sembra directa amb 400kgN/ha: 1414,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Sembra directa amb 200kgN/ha: 1409,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Sembra directa amb 0kgN/ha: 1174,2mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 0kgN/ha: 1060,5mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 200kgN/ha: 996,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 400kgN/ha: 951,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 200kgN/ha: 688,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 400kgN/ha: 679,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 0kgN/ha: 476,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

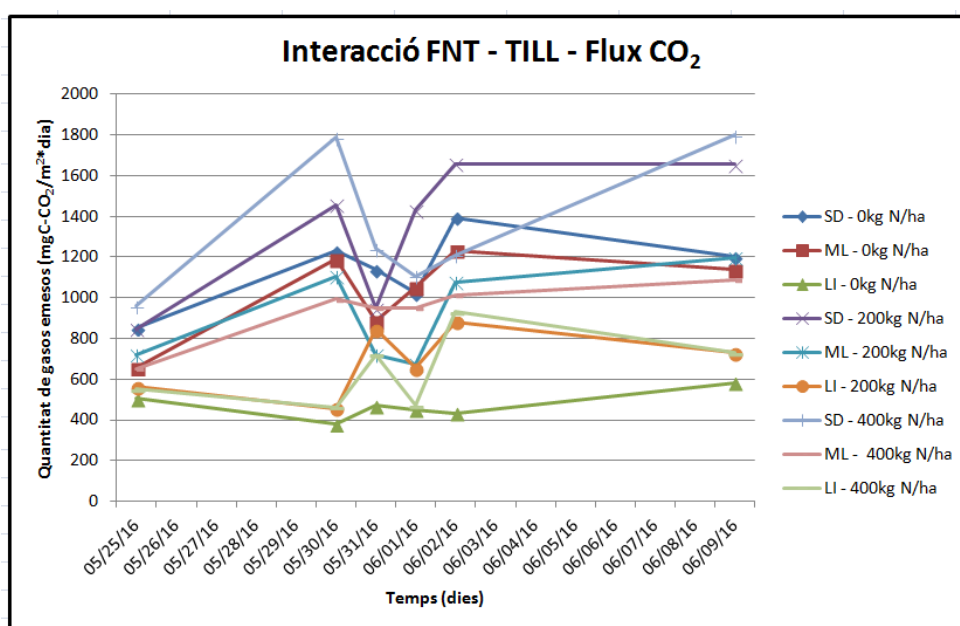


Figura 35 . Interacció entre fertilització, tipus de conreu i flux de diòxid de carboni en funció dels dies.

### Emissions de diòxid de carboni amb sembra directa

En la gràfica d'aquest apartat (figura 36) es pot observar l'efecte del tipus de fertilització sobre l'emissió de diòxid de carboni amb la sembra directa. És important el dia en què s'ha mesurat la dada, perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per poder estudiar aquest gràfic, l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el diòxid de carboni augmenta la seva emissió des dels 850,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1230,8mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, augmenta 379,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, amb la fertilització de 200kgN/ha, l'emissió augmenta des dels 846,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1458,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, augmenta 612,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, el diòxid de carboni augmenta la seva emissió des dels 959,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1788,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, augmenta 829,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquesta primera part, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització que més emet és la de 400kgN/ha, seguida de la de 200kgN/ha i, per últim, la nul·la.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització nul·la, disminueix el valor d'emissió del diòxid de carboni des dels 1230,8mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1138mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, continua disminuint fins als 1024,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i a les 48 hores, augmenta fins als 1393,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

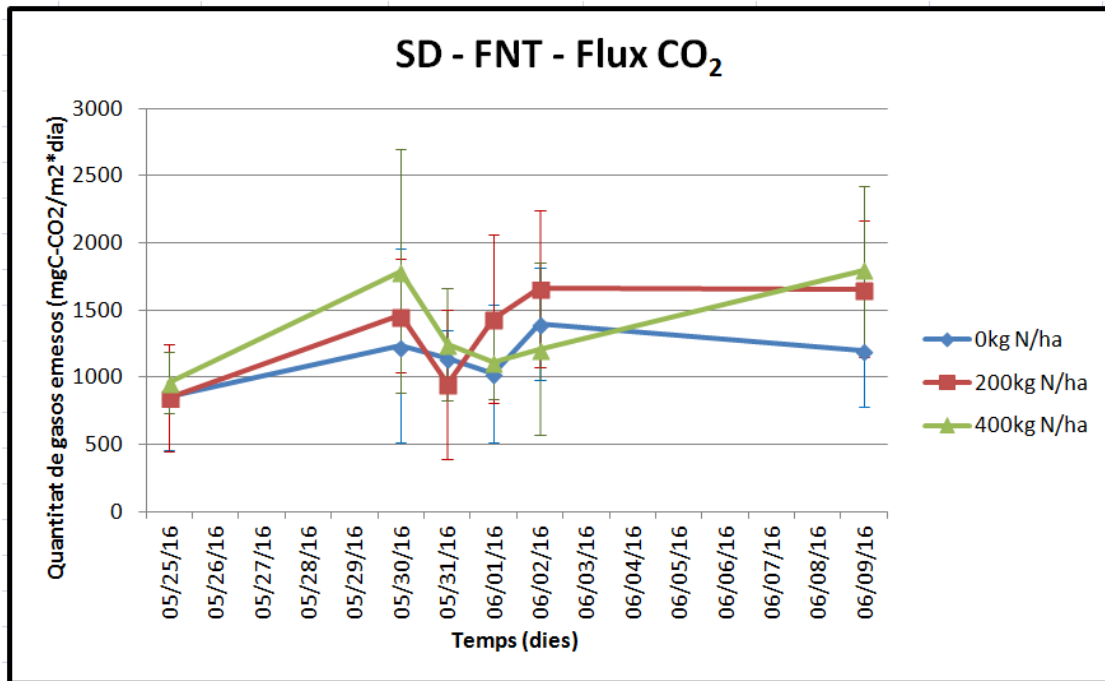
- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, disminueix l'emissió de diòxid de carboni des dels 1458mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 949,1mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, augmenta fins als 1432,8mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. A les 48 hores, augmenta l'emissió fins als 1658,2mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, disminueix l'emissió de diòxid de carboni des dels 1788,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1244mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, disminueix fins als 1106,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i a les 48 hores, augmenta fins als 1210,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, el tipus de fertilització que més emet és la de 200gN/ha amb una mitjana de 1374,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització de 400kgN/ha amb una mitjana de 1337,5mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la fertilització nitrogenada nul·la, amb una mitjana de 1196,8mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

Els dies de després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, l'emissió de diòxid de carboni disminueix fins als 1200,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, l'emissió disminueix fins als 1656,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima (400gN/ha), l'emissió de diòxid de carboni augmenta fins als 1799,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En general, amb la sembra directa, el tipus de fertilització nitrogenada que més diòxid de carboni emet a l'atmosfera és la de 400kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 1212,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització nitrogenada de 200kgN/ha, amb un valor aproximat de 1409,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la fertilització nitrogenada nul·la, és a dir, la de 0kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 1174,2mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.



**Figura 36** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de diòxid de carboni amb la sembra directa i en funció dels dies.

### Emissions de diòxid de carboni amb "strip till"

En la gràfica d'aquest apartat (figura 37) es pot observar l'efecte del tipus de fertilització sobre l'emissió de diòxid de carboni amb "l'strip till". És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Les dades s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per un estudi més acurat d'aquest gràfic, l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el diòxid de carboni augmenta les seves emissions des dels 657,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1188,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, augmenta en uns 612,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, amb la fertilització de 200kgN/ha, l'emissió augmenta des dels 721,5mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 1105,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, el diòxid de carboni augmenta la seva emissió des dels 649,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 992,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquesta primera part, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització que més emet és la nul·la (0kgN/ha). Després, la de 200kgN/ha i, per últim, la de 400kgN/ha.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització nul·la, augmenta l'emissió de diòxid de carboni des dels 472,8mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 562,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

A les 24 hores, disminueix fins als 289,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i, a les 48 hores, torna a augmentar fins als 409mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, augmenta l'emissió de diòxid de carboni des dels 539,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 550,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

A les 24 hores, disminueix fins als 438,8mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i, a les 48 hores, augmenta fins als 667,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, les emissions de diòxid de carboni disminueixen des dels 504,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 384mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

A les 24 hores, l'emissió augmenta fins als 510,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. A les 48 hores, les emissions tornen a augmentar fins als 539,2mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

Segons les mitjanes realitzades en aquesta segona part, el tipus de fertilització que més diòxid de carboni emet és la de 0kgN/ha, amb una mitjana de 1091,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la màxima fertilització, amb una mitjana de 976,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la fertilització de 200kgN/ha amb una emissió mitjana de 892,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

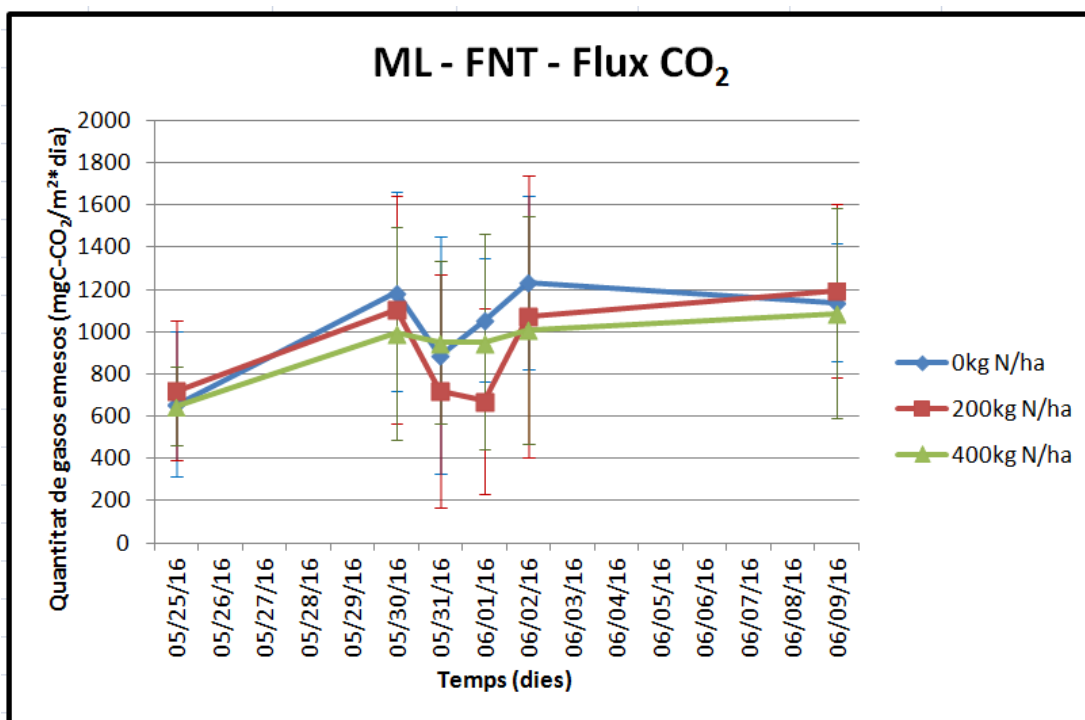
Els dies de després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, l'emissió de diòxid de carboni disminueix fins als 1138,1mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.



- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, l'emissió augmenta fins als 1195mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima (400gN/ha), l'emissió de diòxid de carboni augmenta fins als 1087,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En general, amb "l'strip till", el tipus de fertilització nitrogenada que més diòxid de carboni emet a l'atmosfera és la de 0kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 1060,5mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització nitrogenada de 200kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 996,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la fertilització nitrogenada màxima, és a dir, la de 400kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 951,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.



**Figura 37** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de diòxid de carboni amb "l'strip till" i en funció dels dies.

### Emissions de diòxid de carboni amb conreu intensiu

En la figura 38 es pot observar l'efecte del tipus de fertilització sobre l'emissió de diòxid de carboni amb el conreu intensiu. És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no.

Aquestes mesures s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per poder estudiar aquest gràfic, l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, el diòxid de carboni disminueix les seves emissions des dels 505,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 378,1mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, les emissions disminueixen en uns 127,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, amb la fertilització de 200kgN/ha, l'emissió disminueix des dels 563mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 456,5mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, l'emissió disminueix en uns 106,5mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, el diòxid de carboni disminueix les seves emissions des dels 553,1mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 463mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, l'emissió disminueix en uns 90,1mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquesta primera part, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 200kgN/ha, seguida per la de 400kgN/ha i, per últim, la de 0kgN/ha.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 0kgN/ha, l'emissió de diòxid de carboni augmenta des dels 378,1mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 470,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, disminueix fins als 449,7mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i a les 48 hores, continua disminuint fins arribar als 433,4mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, augmenta l'emissió de diòxid de carboni des dels 456,5mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 845mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

A les 24 hores, disminueix aquesta emissió fins als 655,8mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. A les 48 hores, augmenta fins als 882,2mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, augmenta l'emissió d'aquest gas des dels 463mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia fins als 722,1mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

A les 24 hores, disminueix fins als 471,2mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia i a les 48 hores, torna a augmentar fins als 929,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, el tipus de fertilització que més emet és la de 200kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 709,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització de 400kgN/ha, amb un valor de 646,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la de 0kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 432,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

Els dies després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, l'emissió de diòxid de carboni augmenta fins als 581,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, l'emissió disminueix fins als 732,3mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima (400gN/ha), l'emissió de diòxid de carboni disminueix fins als 729,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquest tercer apartat, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400kgN/ha, seguida de la de 200kgN/ha i, per últim, la de 0kgN/ha.

En general, amb el conreu intensiu, el tipus de fertilització nitrogenada que més diòxid de carboni emet a l'atmosfera és la de 200kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 688,6mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització nitrogenada màxima, és a dir, la de 400kgN/ha, amb un valor aproximat de 679,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, el tipus de fertilització nitrogenada que menys emet és la nul·la, és a dir, la de 0kgN/ha, amb un valor aproximat de 476,9mgC-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*dia.

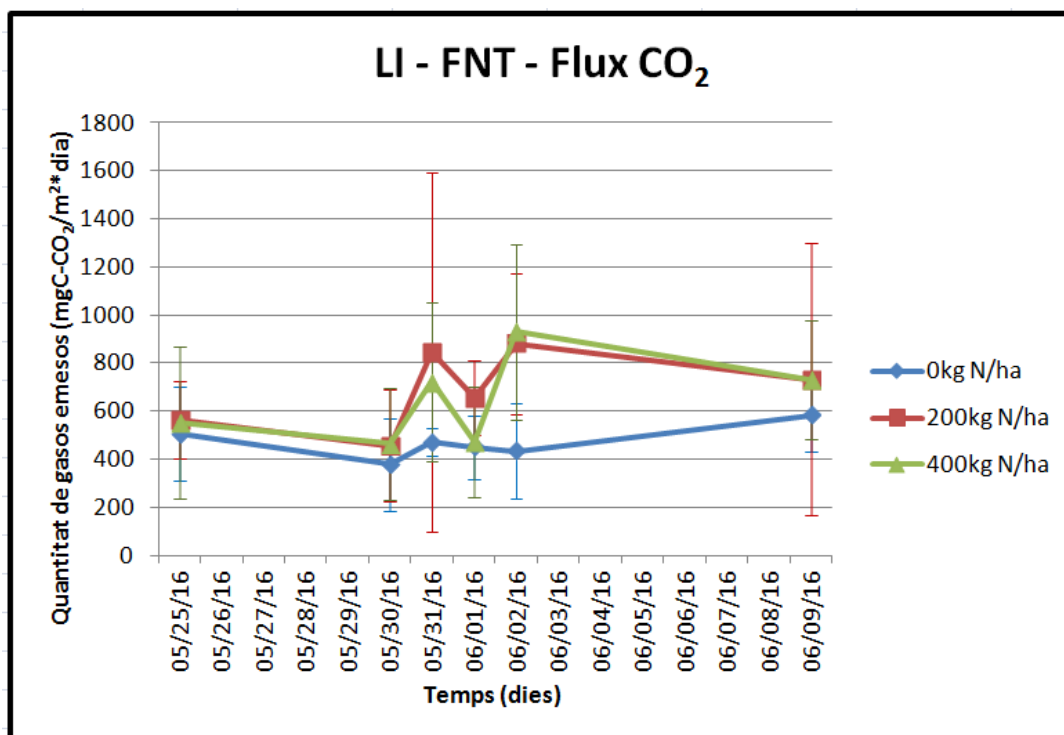


Figura 38 . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de diòxid de carboni amb el conreu intensiu i en funció dels dies.

### 7.5.3. Emissions d'òxid nitrós

En la figura 39 es pot observar com afecta el tipus de conreu i el tipus de fertilització a l'emissió d'òxid nitrós. Com es pot veure al gràfic, és molt difícil dir a simple vista quin tipus de fertilització nitrogenada i de conreu és el que emet més òxid nitrós a l'atmosfera. És per això que s'han utilitzat mitjanes.

Aquest és l'ordre de mitjanes d'emissió de diòxid de carboni de major a menor:

- Sembra directa amb 400kgN/ha: 1,08mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- Sembra directa amb 200kgN/ha: 0,66mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 400kgN/ha: 0,42mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 200kgN/ha: 0,19mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 400kgN/ha: 0,15mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- Sembra directa amb 0kgN/ha: 0,12mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- "Strip till" amb 0kgN/ha: 0,09mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 200kgN/ha: 0,08mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- Conreu intensiu amb 0kgN/ha: 0,01mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

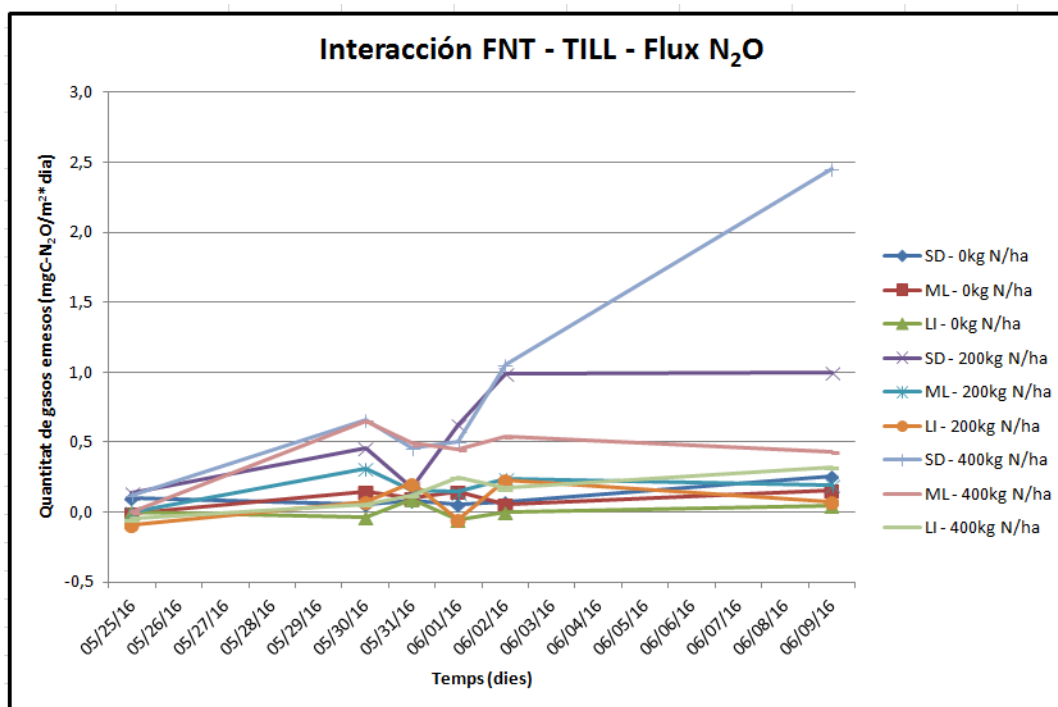


Figura 39 . Interacció entre fertilització, tipus de conreu i flux de d'òxid nitrós en funció dels dies.

### Emissions d'òxid nitrós amb sembra directa

En la gràfica d'aquest apartat (figura 40) es pot observar l'efecte del tipus de fertilització sobre l'emissió d'òxid nitrós amb la sembra directa. És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Aquestes mesures s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per poder estudiar aquest gràfic l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, l'òxid nitrós disminueix la seva emissió des dels  $0,1\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,05\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, disminueix l'emissió en uns  $0,05\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, amb la fertilització de 200kgN/ha, l'emissió d'òxid nitrós augmenta des dels 0,13mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,45mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, augmenta en 0,32mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, l'emissió augmenta des dels 0,12mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,66mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, l'emissió augmenta en uns 0,54mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquesta primera part es pot observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400kgN/ha, seguida de la de 200kgN/ha. En últim lloc, la fertilització nul·la.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 0kgN/ha, l'emissió d'òxid nitrós augmenta des dels 0,05mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,08mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, disminueix fins als 0,05mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia i, a les 48 hores, augmenta fins als 0,07mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, l'emissió d'òxid nitrós disminueix des dels 0,45mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,17mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, augmenta fins als 0,62mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. A les 48 hores, continua augmentant fins que arriba als 0,99mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, les emissions disminueixen des dels 0,66mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,46mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.  
A les 24 hores, l'emissió augmenta fins als 0,5mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia i, a les 48 hores, continua augmentant fins a 1,05mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

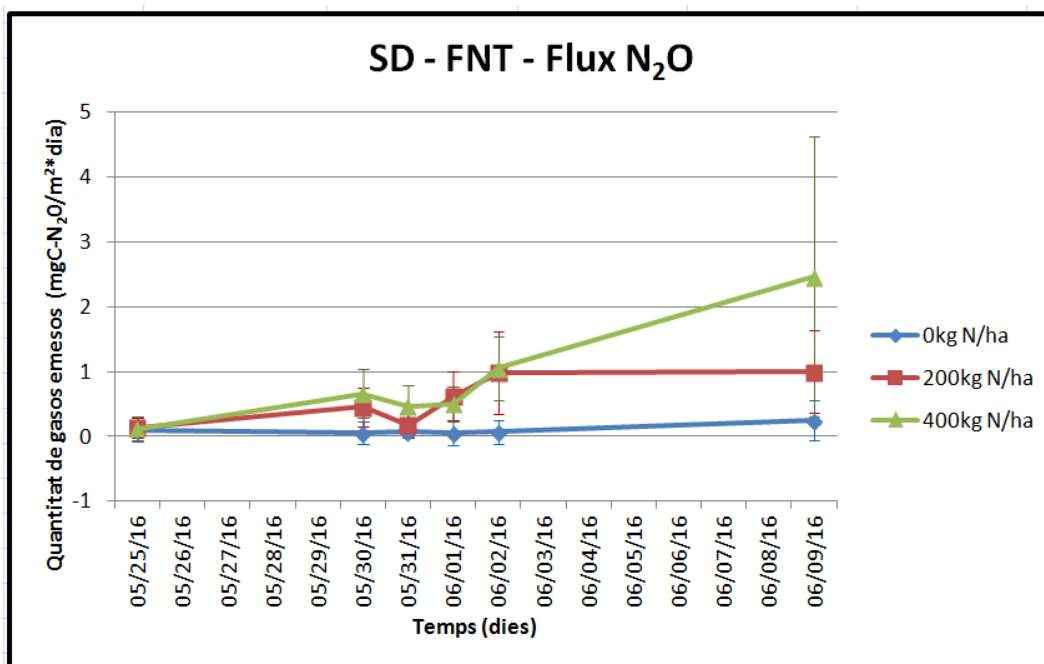
En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, el tipus de fertilització que més emet és la de 400kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,67mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. Seguidament, la fertilització de 200kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,56mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la fertilització nitrogenada de 0kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,07mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

Els dies després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, l'emissió d'òxid nitrós augmenta fins als 0,26mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, l'emissió augmenta fins a 1mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima (400gN/ha), l'emissió d'òxid nitrós augmenta fins als 2,45mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquest tercer apartat, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400kgN/ha, seguida de la de 200kgN/ha i, per últim, la de 0kgN/ha.

En general, amb la sembra directa, el tipus de fertilització nitrogenada que més òxid nitrós emet a l'atmosfera és la de 400kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 1,08mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització nitrogenada de 200kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,66mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. En últim lloc, la de 0kgN/ha, amb un valor aproximat de 0,12mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.



**Figura 40** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió d'òxid nitrós amb la sembra directa i en funció dels dies.

### Emissions de d'òxid nitrós amb "strip till"

En la figura 41 es pot observar l'efecte del tipus de fertilització sobre l'emissió d'òxid nitrós amb "l'strip till". És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada

perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Aquestes mesures s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per poder estudiar aquest gràfic, l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, l'òxid nítrós passa de ser absorbit a ser emès, des dels  $-0,005\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,15\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,155\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, amb la fertilització de 200kgN/ha, l'emissió d'òxid nítrós augmenta des dels  $0,005\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,31\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,305\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, l'òxid nítrós augmenta les emissions des dels  $0,005\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,7\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,695\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquesta primera part, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més òxid nítrós emet a l'atmosfera és la de 400kgN/ha, seguida de la de 200kgN/ha i, per últim, la de 0kgN/ha.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 0kgN/ha, l'emissió d'òxid nítrós disminueix des dels  $0,15\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,1\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, augmenta fins als  $0,15\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  i, a les 48 hores, torna a disminuir fins als  $0,05\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .
- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, l'emissió disminueix des dels  $0,32\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,16\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .  
A les 24 hores, continua disminuint fins als  $0,14\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, augmenta fins als  $0,24\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .



- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, l'emissió d'òxid nitrós disminueix des dels 0,65mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,49mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

A les 24 hores continua disminuint fins al valor de 0,45mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia i, a les 48 hores, augmenta fins als 0,54mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

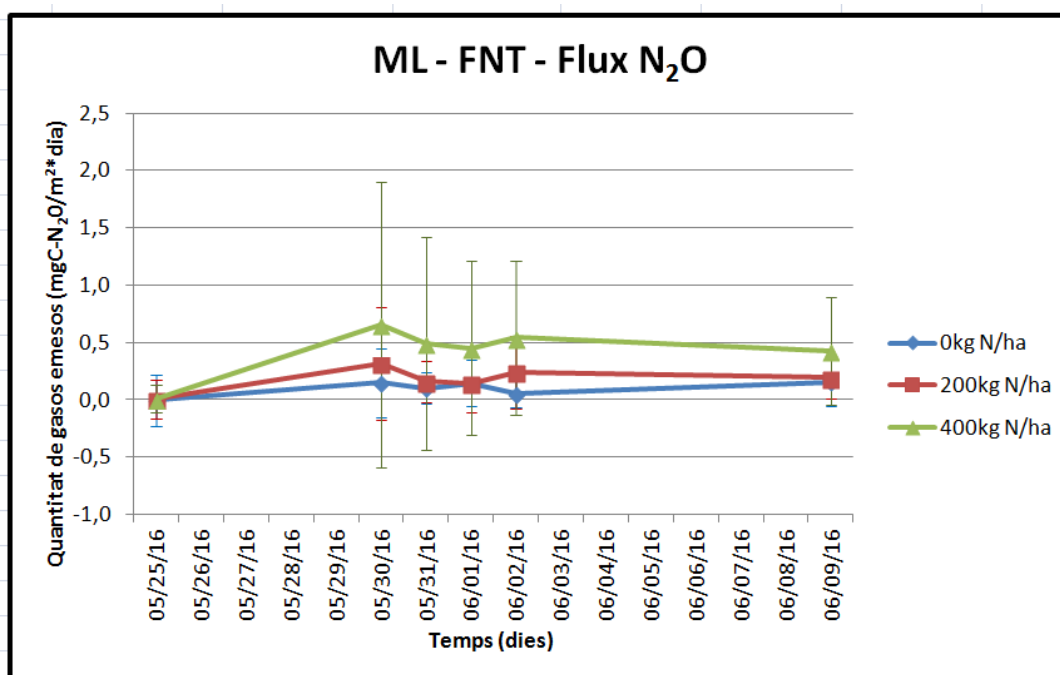
En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, el tipus de fertilització que més emet és la de 400kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,53mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització de 200kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,21mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. En últim lloc, la fertilització nul·la, amb una mitjana aproximada de 0,11mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

Els dies després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, l'emissió d'òxid nitrós augmenta fins als 0,16mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia
- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, l'emissió disminueix fins als 0,2mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima, l'emissió disminueix fins als 0,43mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquest tercer apartat, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400kgN/ha, seguida de la de 200kgN/ha i, per últim, la de 0kgN/ha.

En general, amb "l'strip till", el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,42mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, es troba la fertilització de 200kgN/ha, amb un valor d'emissió aproximat de 0,19mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, la fertilització de 0kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,09mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.



**Figura 41** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió d'òxid nitrós amb "l'strip till" i en funció dels dies.

### Emissions de d'òxid nitrós amb conreu intensiu

En la figura 38 es pot observar l'efecte del tipus de fertilització sobre l'emissió d'òxid nitrós amb el conreu intensiu. És important el dia en el qual s'ha mesurat la dada perquè segons el dia, al sòl se li ha aplicat fertilitzant o no. Aquestes dades s'han agafat d'1 setmana abans de la fertilització, 24 hores abans, el mateix dia, 24 hores després, 48 hores més tard i una setmana després.

Per poder estudiar aquest gràfic, l'hauríem de dividir en tres parts: abans de la fertilització, el dia de la fertilització i les hores seguides i després de la fertilització.

Abans de la fertilització:

- 0kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, augmenta l'absorció des dels -0,0001mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als -0,04mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, l'absorció augmenta en uns 0,0399mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 200kg N/ha: Abans de la fertilització nitrogenada, amb la fertilització de 200kgN/ha, l'òxid nitrós passa de ser absorbit a ser emès, des dels -0,09 mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia fins als 0,08mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. És a dir, l'emissió augmenta en uns 0,17mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

- 400kg N/ha: Amb la màxima fertilització nitrogenada, l'òxid nitrós passa de ser absorbit a ser emès, des dels  $-0,05\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,06\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . És a dir, l'emissió augmenta en uns  $0,11\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquest primer apartat, el tipus de fertilització que més emet és la de 400kgN/ha i, la que menys, la de 0kgN/ha.

El dia de la fertilització nitrogenada i les hores després:

- 0kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 0kgN/ha, l'emissió d'òxid nitrós augmenta des dels  $-0,04\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,09\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, disminueix el valor fins que arriba a ser absorbit amb un valor de  $-0,05\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, torna a augmentar fins als  $0,005\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 200kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 200kg N/ha, l'emissió d'òxid nitrós augmenta des dels  $0,08\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,21\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, disminueix fins als  $-0,05\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  i, a les 48 hores, augmenta fins als  $0,23\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 400kg N/ha: El dia de la fertilització, amb la fertilització de 400kg N/ha, augmenta l'emissió des dels  $0,06\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$  fins als  $0,12\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

A les 24 hores, l'emissió augmenta fins als  $0,25\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . A les 48 hores, l'emissió d'òxid nitrós disminueix fins als  $0,17\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

En aquest segon apartat, segons les mitjanes realitzades, el tipus de fertilització que més emet és la de 400kgN/ha, amb una mitjana d'uns  $0,15\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . Seguidament, la fertilització de 200kgN/ha, amb una mitjana aproximada de  $0,12\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ . Per últim, la fertilització nitrogenada nul·la, amb una mitjana d'uns  $0,22\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

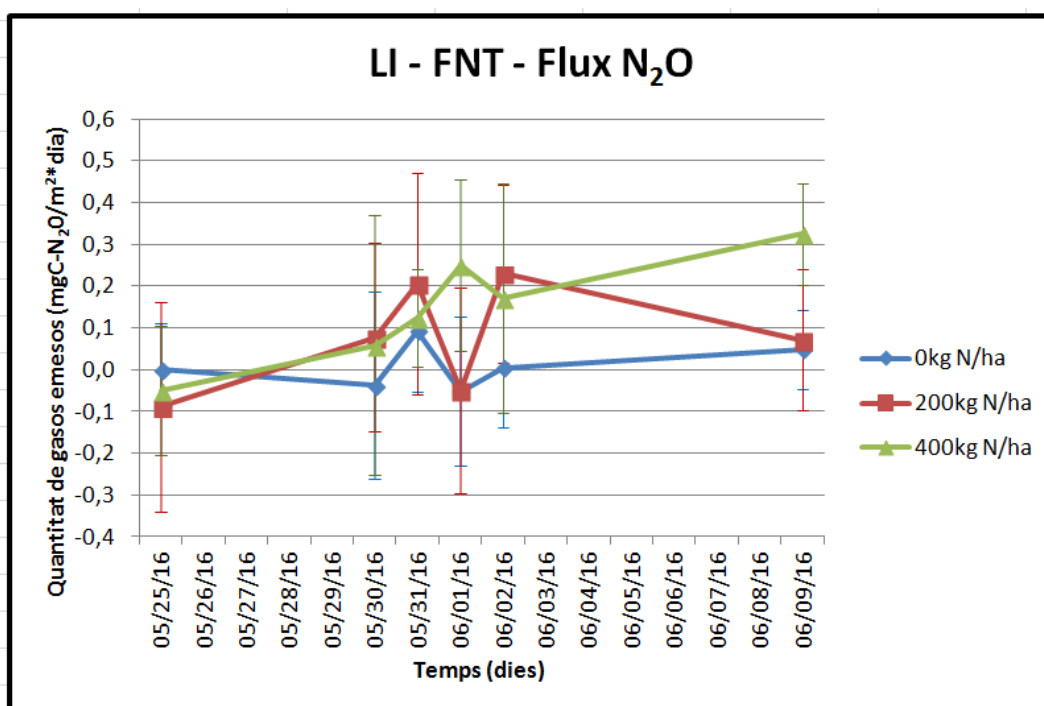
Els dies després de la fertilització:

- 0kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada nul·la, l'emissió d'òxid nitrós augmenta fins als  $0,05\text{mgC-N}_2\text{O/m}^2\cdot\text{dia}$ .

- 200kg N/ha: Amb el valor mitjà de fertilització nitrogenada, l'emissió disminueix fins als 0,07mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.
- 400kg N/ha: Amb la fertilització nitrogenada màxima (400gN/ha), l'emissió d'òxid nitrós augmenta fins als 0,33mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.

En aquest tercer apartat, es pot observar gràficament que el tipus de fertilització nitrogenada que més emet és la de 400kgN/ha, seguida de la de 200kgN/ha i, per últim, la de 0kgN/ha.

En general, amb el conreu intensiu, el tipus de fertilització nitrogenada que més òxid nitrós emet a l'atmosfera és la de 400kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,15mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. En segon lloc, la fertilització nitrogenada de 200kgN/ha, amb un valor aproximat de 0,08mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia. Per últim, el tipus de fertilització que menys emet és la nul·la, és a dir, la de 0kgN/ha, amb una mitjana aproximada de 0,01mgC-N<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>\*dia.



**Figura 42** . Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió d'òxid nitrós amb el conreu intensiu i en funció dels dies.

## **8. DISCUSSIÓ**

### **8.1. Efecte del dia de la fertilització a l'emissió de gasos**

La fertilització nitrogenada afecta a la quantitat d'emissions que s'envien a l'atmosfera. El dia en el qual s'agafen les dades, i concretament el dia de l'aplicació del fertilitzant, els valors de les emissions dels diferents gasos varien. Just el dia de la fertilització, es pot observar un pic d'emissions o de fixacions, depenent del tipus de gas. El metà és absorbit pel sòl, com es pot observar a la figura 23. El diòxid de carboni, en canvi, és emès a l'atmosfera en quantitats grans, com es pot veure a la figura 24. Per últim, l'òxid nítrós és emès amb quantitats baixes (figura 25).

Això s'explica amb dos aspectes. El primer lloc, la temperatura augmenta el dia que s'aplica fertilitzant al sòl. En segon lloc, perquè hi ha un espai porós més petit i amb menys d'aigua. El dia de la fertilització el WFPS disminueix i, per això, es produeixen menys emissions, com es pot veure en alguna de les gràfiques anteriors. Això és degut al fet que dificulta que els gasos viatgin fàcilment pel sòl i puguin arribar amb més quantitat i facilitat fora del sòl.

### **8.2. Efecte del maneig del sòl a l'emissió de gasos**

El segon punt que es pot extreure depèn dels factors que s'hagin aplicat al sòl, és a dir, el tipus de maneig (sembra directa, "strip till" i conreu intensiu) i el tipus de fertilització nitrogenada (0 kgN/ha, 200 kgN/ha, 400 kgN/ha).

En primer lloc, quant al tipus de maneig, el que s'esperava era que el tipus de conreu que més emetés fos el conreu intensiu i el que menys, la sembra directa. Els resultats van ser tot el contrari al que s'esperava. El tipus de conreu que emet menys és el conreu intensiu, amb el qual es produeix una major remoguda del sòl. Per altra banda, la sembra directa és el tipus de conreu que més emet tot i que és el tipus de conreu amb el qual menys es remou el sòl.

Després del conreu intensiu, el que menys emet és "l'strip till", amb una remoguda mitjana del sòl. I com ja hem dit, la sembra directa és el tipus de conreu que més gasos d'efecte hivernacle envia a l'atmosfera.

En l'efecte del tipus de conreu a l'emissió de gasos, la temperatura es troba en valors molt similars en els tres tipus de maneig del sòl. Per això, aquesta variable no dóna resposta al perquè de l'emissió menor o menor en funció del conreu.

En canvi, amb la variable del WFPS, com més espai porós ple d'aigua, un percentatge superior. Aquest percentatge provoca una major mobilitat de gasos i que acabin més fàcilment a l'atmosfera.

Per això, la sembra directa té un percentatge de WFPS superior. Després hi ha "l'strip till", amb un percentatge de WFPS mitjà. Per últim, el conreu intensiu, és el tipus de maneig del sòl que menys percentatge de WFPS té.

### **8.3. Efecte del tipus de fertilització nitrogenada a l'emissió de gasos**

L'últim punt de vista des del qual s'estudien les emissions dels diferents gasos és el tipus de fertilització nitrogenada que se li aplica al sòl. Aquest fet sí que influeix a les emissions d'aquests gasos.

En aquest apartat, hem obtingut els resultats esperats. La fertilització de 400kgN/ha, que és la màxima, també és la que emet més gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. En les gràfiques i en els resultats obtinguts es pot observar que el tipus de fertilització que més gasos emet és la màxima.

El segon tipus de fertilització que emet més és la de 200kgN/ha i, en últim lloc, la nul·la amb 0kgN/ha. En aquest cas, els resultats han seguit la lògica, és a dir, la més natural (0 kgN/ha) emet menys i la més artificial (400 kgN/ha) emet menys.

Aquest resultat és degut al fet que com més nitrogen s'aplica, això afecta a la nitrificació i la desnitrificació que es produeixen amb l'aplicació de fertilitzants que tenen en el seu procés una emissió d'òxid nitrós.

## 9. CONCLUSIONS

Com s'ha establert al començament del treball, la hipòtesi de la qual es parteix és que l'emissió de gasos d'efecte hivernacle depèn del grau de fertilitzant que se li aplica al sòl i també de la intensitat de conreu que se li ha fet.

En primer lloc, s'ha demostrat que el dia de la fertilització sí que afecta a l'emissió de gasos. Generalment, el dia de la fertilització baixen les emissions de gasos i les hores després i els dies posteriors augmenten les emissions.

En segon lloc, s'ha demostrat que el tipus de conreu afecta al valor de les emissions, encara que no com s'esperava. El tipus de conreu que més emissions envia a l'atmosfera és la sembra directa i no el conreu intensiu.

En tercer lloc, també s'ha demostrat que la fertilització nitrogenada, és a dir, les dosis que es van aplicar al sòl, provoquen valors diferents de les emissions. La fertilització nitrogenada màxima, la de 400kgN/ha, és la que més emissions acaba enviant a l'atmosfera i la nul·la, la de 0kgN/ha, la que menys.

Un dels objectius específics consistia en establir la relació d'aquestes emissions amb les variables de la temperatura del sòl, els nitrats del sòl i la humitat del sòl. S'ha demostrat que algunes variables afecten i d'altres no.

Com ja hem dit anteriorment, els nitrats del sòl afecten a l'emissió dels gasos. En el cas de la temperatura, no afecta perquè és gairebé igual amb totes les variables experimentals. La humitat del sòl sí que afecta a l'emissió de gasos, ja que com més humitat, més emissió de gasos.

Però quan es tenen en compte tots els factors i les mitjanes, s'obté:

- El metà es mitiga en tres dels nou casos possibles, és a dir, és absorbit pel sòl en:
  - El conreu intensiu amb la fertilització nul·la.
  - "L'strip till" amb la fertilització nul·la.
  - La sembra directa amb la fertilització de 200kgN/ha.
- El diòxid de carboni emet menys quan el conreu és intensiu i la fertilització és nul·la, és a dir, de 0kgN/ha.

- En el cas de l'òxid nitrós passa el mateix, el conreu intensiu i la fertilització nul·la són els que menys emeten.



## 10. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

### 10.1. Bibliografia

Cantero Martínez C. (2010). *Agricultura. Sistemas Agrícolas, Sistemas de Producción y Tecnología Agrícola*. Lleida, Espanya.

Álvaro-Fuentes J., Plaza-Bonilla D., Arrúe JL., Cantero-Martínez C. (2013). *Siembra directa y mitigación de gases de efecto invernadero*. *Tierras*, 207:64-68.

Álvaro J., Ánglas P., Cantero-Martínez C., Gregori J., Lampurlanés J., Martí S., Moncunill J., Morell F. (2007). *Agricultura de conservació. Dossier Tècnic num 24. Octubre 2007*. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya.

Álvaro J., Álvaro-Fuentes J., Cantero-Martínez C. (2013). *La eficiencia energética en la agricultura de conservación frente a la agricultura tradicional*. *Agrónomos*, 43: 42-47.

Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (2007). *Inventario de gases de efecto invernadero de España, Sumario Edición 2007*.

Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Giann-Kasper Plattner, Melinda M.B. Tingnor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vicent Bex, Pauline M. Midgley, (2013). *Cambio Climático 2013, Bases Fiscales. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto, Informe de Ecaluación del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Clumático. Resumen para responsables políticas*. Espanya.

Lal R. (2004). *Soil carbon sequestration to mitigate climate change*. The Ohio State University, OARDC/FAES, 2021 Coffey Road, Columbus, OH 43210, USA.

Cantero-Martínez C., Moncunill-Geniz J. (2012). *Agrosystem. Sistemas Agrícolas de la Plana de Lleida: Descripción y evaluación de los sistemas de producción en el área del canal Segarra-Garrigues antes de su puesta en funcionamiento*. Universitat de Lleida, Lleida.

Lobell DB., Giurdji SM, (2012). *The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity*. Department of Environmental Earth System Science and Center on Food Security and the Environment, Stanford University, Standford, California.

## **10.2. Webgrafia**

<https://es.wikipedia.org/wiki/Banquisa>

<https://diablobanquisa.wordpress.com/>

<http://www.cazatormentas.net/tag/banquisa-antartica/>

<https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/which-emits-more-carbon-dioxide-volcanoes-or-human-activities>

<http://www.elperiodico.com/es/noticias/medio-ambiente/co2-atmosfera-supera-nuevo-record-4166896>

<http://www.tuimpacto.org/origen-del-n2o.php>

<http://www.tuimpacto.org/origen-del-metano.php>

<http://www.tuimpacto.org/origen-del-co2.php>

<https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/which-emits-more-carbon-dioxide-volcanoes-or-human-activities>

<https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/which-emits-more-carbon-dioxide-volcanoes-or-human-activities>

<http://www.greenpeace.org/espana/es/news/2010/November/informe-agua-islas-baleares/>

<https://www.agroptima.com/blog/contaminacion-agricola-consecuencias-de-las-malas-practicas/>

<http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/layers.html&lang=sp>

<http://top10mejores.com/principales-causas-del-calentamiento-global/>

[https://ca.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3\\_solar](https://ca.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3_solar)

<http://cambioclimaticoglobal.com/causas>

<http://cambioclimaticoglobal.com/efecto-invernadero>

<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/gw-solutions>

<http://www.cronista.com/impresageneral/Malas-practicas-agricolas-causan-erosion-20040218-0016.html>

<http://www.noaa.gov/>

## ANNEX

### 1. Efecte del tipus de conreu sobre la quantitat d'emissions

#### 1.1. Emissions de metà

**Taula 1.-** Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió de metà en funció del tipus de conreu.

Fecha	Muestreo	Promedio flux mgC-CH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> *dia			Desviación estandar flux mgC-CH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> *dia		
		SD (3)	ML(4)	LI(6)	SD (3)	ML(4)	LI(6)
05/25/16	46	-0,28	-0,710	-0,439	1,71941779	1,58397709	1,579565843
05/30/16	47	-0,59	-0,019	0,056	1,18646284	1,75651497	1,256874737
05/31/16	48	-0,05	-0,962	0,046	1,19865171	1,48894852	1,551123551
06/01/16	49	-0,33	0,015	-0,318	1,10223636	0,83634063	1,227879562
06/02/16	50	-0,12	-0,002	-0,277	1,02425794	1,27605062	1,248552793
06/09/16	51	0,18	0,416	0,680	2,6035055	1,61790022	1,593642662

**Taula 2.-** Mitjanes dels promitjos d'emissions de metà en funció dels dies i del tipus de conreu.

Mitjana dies seguits	-0,276	-0,242	-0,123
Mitjana del 25 al 30	-0,434	-0,364	-0,192
Mitjana del 2 al 9	-0,035	0,205	0,063
Mitjana total	-0,204	-0,093	-0,057

#### 1.2. Emissions de diòxid de carboni

**Taula 3.-** Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió de diòxid de carboni en funció del tipus de conreu.

Fecha	Muestreo	Promedio flux mgC-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *dia			Desviación estandar flux mgC-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *dia		
		SD (3)	ML(4)	LI(6)	SD (3)	ML(4)	LI(6)
05/25/16	46	885,520	676,109	540,527	331,976	279,791	221,753
05/30/16	47	1492,721	1095,763	431,185	710,254	482,762	207,904
05/31/16	48	1110,398	853,087	679,190	413,431	485,339	471,993
06/01/16	49	1188,132	905,383	517,887	497,176	426,709	190,625
06/02/16	50	1420,781	1111,767	748,507	557,443	523,019	358,636
06/09/16	51	1552,424	1136,984	678,096	557,685	381,404	335,009

**Taula 4.-** Mitjanes dels promitjos d'emissions de diòxid de carboni en funció dels dies i del tipus de conreu.

Mitjana dies seguits	1303,008	991,500	594,192
Mitjana del 25 al 30	1189,120	885,936	485,856
Mitjana del 2 al 9	1486,603	1124,375	713,302
Mitjana total	1332,880	1004,318	613,664

### 1.3. Emissions d'òxid nitrós

**Taula 5.-** Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió d'òxid nitrós en funció del tipus de conreu.

Fecha	Muestreo	Promedio flux mgC-N2O/m2*día			Desviación estandar flux mgC-N2O/m2*día		
		SD (3)	ML(4)	LI(6)	SD (3)	ML(4)	LI(6)
05/25/16	46	0,1191	0,0018	-0,0462	0,1641	0,1665	0,1751
05/30/16	47	0,3879	0,3724	0,0304	0,3761	0,7737	0,2477
05/31/16	48	0,2382	0,2514	0,1412	0,2706	0,5454	0,1824
06/01/16	49	0,3927	0,2532	0,0550	0,3721	0,4792	0,2454
06/02/16	50	0,7044	0,2633	0,1357	0,6426	0,4346	0,2263
06/09/16	51	1,2372	0,2642	0,1529	1,5496	0,3267	0,1780

**Taula 6.-** Mitjanes dels promitjos d'emissions d'òxid nitrós en funció dels dies i del tipus de conreu.

Mitjana dies seguits	0,431	0,285	0,091
Mitjana del 25 al 30	0,254	0,187	-0,008
Mitjana del 2 al 9	0,971	0,264	0,144
Mitjana total	0,620	0,234	0,081

## 2. Efecte del tipus de fertilització sobre la quantitat d'emissions

### 2.1. Emissions de metà

**Taula 7.-** Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió de metà en funció del tipus de fertilització.

Fecha	Muestreo	Promedio flux mgC-CH <sub>4</sub> /m2*día			Desviación estandar flux mgC-CH <sub>4</sub> /m2*día		
		0kg de nitrogen	200 kg de nitrogen	400 kg de nitrogen	0kg de nitrogen	200 kg de nitrogen	400 kg de nitrogen
05/25/16	46	-0,3238	-0,4821	-0,6192	1,787612	1,528431	1,576068
05/30/16	47	-0,8400	0,2144	0,0803	1,170734	1,646765	1,276916
05/31/16	48	-0,1099	-0,8483	-0,0115	1,229696	1,611858	1,469632
06/01/16	49	-0,3291	-0,1830	-0,1280	0,900496	1,072681	1,233693
06/02/16	50	-0,1711	-0,2196	-0,0129	1,226106	1,178261	1,158909
06/09/16	51	0,4903	-0,2336	0,9298	1,275088	2,221784	2,257934

### 2.1. Emissions de diòxid de carboni

**Taula 8.-** Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió de diòxid de carboni en funció del tipus de fertilització.

Fecha	Muestreo	Promedio flux mgC-CO <sub>2</sub> /m2*día			Desviación estandar flux mgC-CO <sub>2</sub> /m2*día		
		0kg de nitrogen	200 kg de nitrogen	400 kg de nitrogen	0kg de nitrogen	200 kg de nitrogen	400 kg de nitrogen
05/25/16	46	671,1992	710,2937	720,6626	335,7019	317,1064	294,8644
05/30/16	47	932,5497	1039,3643	1081,5418	626,8978	578,8279	804,2241
05/31/16	48	832,0201	838,2440	972,4104	433,0865	594,4905	417,8721
06/01/16	49	843,0789	951,9273	843,0949	434,4017	580,7028	437,0939
06/02/16	50	1020,3538	1204,8374	1052,5758	547,1867	610,6056	509,0319
06/09/16	51	973,5768	1223,4729	1205,5582	403,5152	610,2276	644,3524

### 2.3. Emissions d'òxid nitrós

**Taula 9.-** Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió de d'òxid nitrós en funció del tipus de fertilització.

Fecha	Muestreo	Promedio flux mgC-N2O/m2*dia			Desviación estandar flux mgC-N2O/m2*dia		
		0kg de nitrogen	200 kg de nitrogen	400 kg de nitrogen	0kg de nitrogen	200 kg de nitrogen	400 kg de nitrogen
05/25/16	46	0,0332	0,0167	0,0249	0,1763	0,2088	0,1606
05/30/16	47	0,0552	0,2942	0,4560	0,2360	0,3736	0,7797
05/31/16	48	0,0928	0,1798	0,3582	0,1195	0,2050	0,5626
06/01/16	49	0,0485	0,2626	0,4018	0,1981	0,4128	0,4623
06/02/16	50	0,0442	0,4869	0,5904	0,1460	0,5437	0,5989
06/09/16	51	0,1542	0,4577	1,0701	0,2261	0,5819	1,5687

### 3. Efecte del tipus de conreu sobre el WFPS

**Taula 10.-** WFPS i desviació estàndard del WFPS en funció del tipus de conreu.

Data	Mostra	WFPS (%)			WFPS DESVIACIÓ		
		3	4	6	3	4	6
05/25/16	46	65,682	41,655	35,674	11,888	8,430	8,229
05/30/16	47	73,769	51,471	43,331	11,292	11,199	9,269
05/31/16	48	62,632	41,262	38,569	12,125	11,739	20,778
06/01/16	49	62,937	39,129	30,510	13,234	11,278	7,815
06/02/16	50	53,756	36,505	30,024	12,557	9,495	12,484
06/09/16	51	61,138	37,258	28,359	17,335	10,118	7,271

### 4. Efecte del tipus de conreu sobre la temperatura

**Taula 11.-** Temperatura i desviació estàndard de la temperatura en funció del tipus de conreu.

Data	Mostra	Temperatura (°C)			Desviació		
		3	4	6	3	4	6
05/25/16	46	15,600	15,617	15,500	0,0840	0,2550	0,3614
05/30/16	47	14,950	14,750	14,465	0,2282	0,4232	0,4924
05/31/16	48	15,200	15,333	15,133	0,1970	0,2425	0,2828
06/01/16	49	15,083	15,365	15,241	0,1383	0,1169	0,3890
06/02/16	50	16,233	17,047	16,933	0,1283	0,2918	0,4923
06/09/16	51	19,783	20,318	20,506	0,1917	0,5659	0,5190

## 5. Efecte del tipus de la fertilització i el tipus de conreu sobre la quantitat d'emissions

### 5.1. Emissions de metà

Taula 12 i 13.- Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió de metà en funció del tipus de conreu i del tipus de fertilització.

		Promedio Acumulados interacciones Laboreo-Fertilización CH <sub>4</sub> (mgC-CH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> *día)								
Fecha	Muestreo	SD-0 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-0 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-0 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-200 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-200 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-200 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-400 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-400 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-400 kgN ha <sup>-1</sup>
05/25/16	46	0,1217	-0,2105	-0,8827	-0,4184	-0,5769	-0,4509	-0,5321	-1,3418	0,0163
05/30/16	47	-0,6962	-1,0774	-0,7465	-0,6280	0,4625	0,9276	-0,4496	0,5594	0,1309
05/31/16	48	0,3937	-0,9477	0,2244	-0,9626	-1,0918	-0,4906	0,4064	-0,8465	0,4057
06/01/16	49	-0,5670	0,2310	-0,6514	-0,0874	-0,5494	0,0686	-0,3469	0,2705	-0,3077
06/02/16	50	-0,0302	-0,0892	-0,3940	-0,2665	-0,2713	-0,1209	-0,0739	0,4242	-0,3161
06/09/16	51	0,9650	-0,0339	0,5399	-1,3491	0,8623	0,0089	0,9166	0,4927	1,3800

		Desviación Acumulados interacciones Laboreo-Fertilización CH <sub>4</sub> (mgC-CH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> *día)								
Fecha	Muestreo	SD-0 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-0 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-0 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-200 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-200 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-200 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-400 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-400 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-400 kgN ha <sup>-1</sup>
05/25/16	46	2,4271	1,3697	1,5715	1,2368	1,6545	1,9128	1,5292	1,7656	1,3673
05/30/16	47	1,0922	1,7808	0,4396	1,4949	1,6614	1,6767	1,1488	1,5922	1,0361
05/31/16	48	1,1684	1,1209	1,1132	1,0310	1,9815	1,8984	0,9855	1,5227	1,6729
06/01/16	49	1,1260	0,6676	0,6888	0,7727	0,7383	1,6621	1,4585	0,9506	1,3627
06/02/16	50	1,2375	1,4356	1,1948	0,9928	1,4976	1,2142	1,0060	0,8868	1,5333
06/09/16	51	1,4936	0,7236	1,4732	3,2594	1,1490	0,6857	2,4485	2,5194	2,1257

Taula 14.- Mitjanes dels promitjos d'emissions metà en funció dels dies, del tipus de conreu i del tipus de fertilització.

Mitjana dies seguits	-0,2249	-0,4708	-0,3919	-0,4861	-0,3625	0,0962	-0,1160	0,1019	-0,0218
Mitjana del 25 al 30	-0,2872	-0,6439	-0,8146	-0,5232	-0,0572	0,2384	-0,4909	-0,3912	0,0736
Mitjana del 2 al 9	0,4674	-0,0615	0,0729	-0,8078	0,2955	-0,0560	0,4214	0,4584	0,5319
Mitjana total	0,1152	-0,3170	-0,2957	-0,6657	0,0237	0,0350	0,0303	0,0465	0,2997

### 5.2. Emissions de diòxid de carboni

Taula 15 i 16.- Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió de diòxid de carboni en funció del tipus de conreu i del tipus de fertilització.

		Promedio Acumulados interacciones Laboreo-Fertilización CO <sub>2</sub> (mgC-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *día)								
Fecha	Muestreo	SD-0 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-0 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-0 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-200 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-200 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-200 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-400 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-400 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-400 kgN ha <sup>-1</sup>
05/25/16	46	850,9629	657,2648	505,3697	846,3329	721,4817	563,0664	959,2636	649,5798	553,1443
05/30/16	47	1230,8014	1188,7145	378,1333	1458,7210	1105,6859	456,5504	1788,6396	992,8883	463,0975
05/31/16	48	1138,0051	887,6849	470,3701	949,1295	720,5350	845,0676	1244,0582	951,0422	722,1310
06/01/16	49	1024,6358	1054,9208	449,6801	1432,7715	671,0778	655,7638	1106,9894	951,0983	471,1972
06/02/16	50	1393,8960	1233,7499	433,4154	1658,1922	1074,1072	882,2127	1210,2558	1010,5777	929,8943
06/09/16	51	1200,9692	1138,1273	581,6339	1656,4366	1195,0706	732,3189	1799,8662	1087,4363	729,3721

		Desviación Acumulados interacciones Laboreo-Fertilización CO <sub>2</sub> (mgC-CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *día)								
Fecha	Muestreo	SD-0 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-0 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-0 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-200 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-200 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-200 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-400 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-400 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-400 kgN ha <sup>-1</sup>
05/25/16	46	395,2710	341,9530	194,8955	395,3816	332,5885	163,0365	228,7812	186,7458	316,7706
05/30/16	47	722,3071	472,8471	191,1764	426,7211	539,4089	232,1051	906,9502	504,6475	231,1449
05/31/16	48	211,8145	562,5739	57,8210	555,6013	550,3655	747,3904	417,1640	384,0008	328,5560
06/01/16	49	511,1104	289,6960	131,5896	628,2247	438,8369	153,6071	269,6804	510,3235	229,9577
06/02/16	50	419,7684	408,9905	197,5969	586,7234	667,5915	292,7136	643,7295	539,2203	364,0168
06/09/16	51	417,9263	278,9771	149,0930	507,5795	410,4069	567,6278	624,8712	496,5921	248,7749

**Taula 17.-** Mitjanes dels promitjos d'emissions de diòxid de carboni en funció dels dies, del tipus de conreu i del tipus de fertilització.

Mitjana dies seguits	1196,8	1091,3	432,9	1374,7	892,9	709,9	1337,5	976,4	646,6
Mitjana del 25 al 30	1040,9	923,0	441,8	1152,5	913,6	509,8	1374,0	821,2	508,1
Mitjana del 2 al 9	1297,4	1185,9	507,5	1657,3	1134,6	807,3	1505,1	1049,0	829,6
Mitjana total	1174,2	1060,5	476,9	1409,7	996,9	688,6	1414,7	951,4	679,9

### 5.3. Emissions d'òxid nitrós

**Taula 18 i 19.-** Promig i desviació estàndard de les dades recollides de l'emissió d'òxid nitrós en funció del tipus de conreu i del tipus de fertilització.

		Promedio Acumulados interacciones Laboreo-Fertilización N2O (mgC-N2O/m2*dia)								
Fecha	Muestreo	SD-0 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-0 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-0 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-200 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-200 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-200 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-400 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-400 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-400 kgN ha <sup>-1</sup>
05/25/16	46	0,1044	-0,0047	-0,0001	0,1339	0,0052	-0,0890	0,1192	0,0050	-0,0495
05/30/16	47	0,0532	0,1496	-0,0372	0,4537	0,3154	0,0772	0,6567	0,6523	0,0590
05/31/16	48	0,0826	0,1028	0,0931	0,1726	0,1602	0,2066	0,4594	0,4913	0,1239
06/01/16	49	0,0519	0,1455	-0,0518	0,6224	0,1435	-0,0500	0,5037	0,4523	0,2493
06/02/16	50	0,0735	0,0540	0,0050	0,9900	0,2402	0,2305	1,0496	0,5420	0,1715
06/09/16	51	0,2561	0,1572	0,0493	0,9985	0,1952	0,0711	2,4570	0,4286	0,3246

		Desviación Acumulados interacciones Laboreo-Fertilización N2O (mgC-N2O/m2*dia)								
Fecha	Muestreo	SD-0 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-0 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-0 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-200 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-200 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-200 kgN ha <sup>-1</sup>	SD-400 kgN ha <sup>-1</sup>	ML-400 kgN ha <sup>-1</sup>	LI-400 kgN ha <sup>-1</sup>
05/25/16	46	0,1843	0,2240	0,1116	0,1585	0,1723	0,2518	0,1788	0,1200	0,1535
05/30/16	47	0,1701	0,2993	0,2235	0,2940	0,4910	0,2262	0,3731	1,2439	0,3110
05/31/16	48	0,0824	0,1417	0,1464	0,1977	0,1801	0,2645	0,3319	0,9237	0,1161
06/01/16	49	0,1949	0,2006	0,1783	0,3802	0,2522	0,2464	0,2658	0,7551	0,2059
06/02/16	50	0,1831	0,1226	0,1445	0,6352	0,3168	0,2134	0,4985	0,6692	0,2737
06/09/16	51	0,3096	0,2082	0,0945	0,6307	0,1806	0,1680	2,1592	0,4703	0,1222

**Taula 20.-** Mitjanes dels promitjos d'emissions d'òxid nitrós en funció dels dies, del tipus de conreu i del tipus de fertilització.

Mitjana dies seguits	0,0653	0,1130	0,0023	0,5597	0,2149	0,1161	0,6674	0,5345	0,1509
Mitjana del 25 al 30	0,0788	0,0725	-0,0186	0,2938	0,1603	-0,0059	0,3879	0,3286	0,0048
Mitjana del 2 al 9	0,1648	0,1056	0,0272	0,9943	0,2177	0,1508	1,7533	0,4853	0,2481
Mitjana total	0,1204	0,0955	0,0092	0,6570	0,1880	0,0830	1,0823	0,4249	0,1491