

Com reduir l'escalfament global fent ús de l'agricultura



Àrea agroalimentària, veterinària i forestal

AGRAÏMENTS

Aquest treball no hauria estat possible sense l'ajuda i el suport d'una sèrie de persones.

La meva tutora, que des del primer moment em va animar i va confiar en mi.

El tutor de la Universitat de Lleida i tot el seu equip, que m'han ajudat molt en tots els àmbits del treball i he après molt d'ells. Des del primer dia, em van fer sentir com si fos un investigador més.

El projecte Joves i Ciència, que m'ha endinsat en el món de la fotosíntesi.

Finalment la meva família, que sempre ha estat al meu costat.

ÍNDEX

1.INTRODUCCIÓ	3
2.FOTOSÍNTESI	5
2.1.REACCIÓ GENERAL	6
2.2.REACCIONS INDIVIDUALS	6
2.2.1.Fase Iluminosa	6
2.2.2.Fase fosca	6
2.3.FACTORS QUE AFECTEN LA FOTOSÍNTESI	7
2.4.IMPORTÀNCIA DE LA FOTOSÍNTESI	8
3.ESCALFAMENT GLOBAL	9
3.1.GASOS D'EFECTE HIVERNACLE	9
3.2.CAUSES DE L'ESCALFAMENT GLOBAL	11
3.3.L'AGRICULTURA COM A CAUSA DE L'ESCALFAMENT GLOBAL	11
3.4.EFECTES DE L'ESCALFAMENT GLOBAL EN LES PLANTES	12
4.SISTEMES DE MANEIG DEL SÒL AGRÍCOLA	13
4.1.CONREU INTENSIU:	13
4.2.STRIP TILL:	14
4.3.SEMBRA DIRECTA:	15
5.EL CULTIU DEL PANÍS	16
5.1.EMISSIÓ DELS GASOS D'EFECTE HIVERNACLE	16
5.1.1.CO ₂	16
5.1.2.CH ₄	17
5.1.3.N ₂ O	17
6.MATERIALS I MÈTODES	18
6.1.LOCALITZACIÓ	18
6.2.CLIMA DE LA ZONA	19
6.3.TIPUS DE SÒL	20
6.4.DISSENY EXPERIMENTAL	21
6.5.VARIABLES QUE S'ESTUDIEN	22
6.6.PROCEDIMENT EXPERIMENTAL	25
7.RESULTATS	29
7.1.TAXA FOTOSINTÈTICA DEPENDENT DE LA FERTILITZACIÓ	29
7.2.TAXA FOTOSINTÈTICA DEPENDENT DEL MANEIG DEL SÒL	31
7.3.GASOS D'EFECTE HIVERNACLE DEPENDENT DE LA FERTILITZACIÓ	33
7.4.GASOS D'EFECTE HIVERNACLE DEPENDENT DEL MANEIG DEL SÒL	35
7.5.POTENCIAL D'ESCALFAMENT GLOBAL (GWP) SEGONS FERTILITZACIÓ	36
7.6.POTENCIAL D'ESCALFAMENT GLOBAL (GWP) SEGONS MANEIG DEL SÒL	39
7.7.MITJANA DE WFPS SEGONS MANEIG DEL SÒL I FERTILITZACIÓ	40
7.8.TEMPERATURA MITJANA DEL SÒL SEGONS MANEIG DEL SÒL I FERTILITZACIÓ	42
8.DISCUSIÓ	44

8.1. COM ES PODRIA MILLORAR EL TREBALL?-----	46
9.CONCLUSIONS -----	48
10.REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES -----	49

1.INTRODUCCIÓ

Per fer aquest treball de recerca, no vaig haver de pensar massa en el tema perquè, des de bon principi, ja sabia que estaria relacionat amb la fotosíntesi. Fa 2 anys em van donar una beca des de la Fundació Catalunya la Pedrera que durava 3 anys: el programa Joves i Ciència. Allà vaig haver de triar un projecte d'un total de 5, tots relacionats amb la ciència. Vaig escollir-ne un que estava relacionat amb la fotosíntesi i em va agradar molt. Des de la mateixa beca em demanaven que si volia continuar amb ells havia d'escriure un article científic, que el vaig escriure sobre la fotosíntesi.

La tutora em va buscar ràpidament un lloc on fer les pràctiques: ETSEA (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida). És una Escola Tècnica Superior de la Universitat de Lleida que té uns camps experimentals a Agramunt, on hi vaig fer la part pràctica. Tenia un tutor de la Universitat que m'ha ajudat molt donant-me molta informació i explicant-me com es feia tot. La part pràctica estava planejada de fer a l'estiu, a partir del 17 de Juliol.

També cal mencionar que tenia la intenció d'anar a fer unes pràctiques a Anglaterra sobre la fotosíntesi artificial, part de la beca que he esmentat anteriorment. Una setmana abans d'anar-hi, la tutora es va posar malalta i va haver de buscar-nos un altre tutor. Finalment no es va cancel·lar però no vam fer el projecte que hi havia planejat sinó un altre que no tenia res a veure amb l'inicial. La meua intenció era fer servir l'estada a l'estranger com un afegit al treball de recerca. Malauradament no va poder ser, tot i que vam fer un altre projecte molt interessant.

Aquest treball de recerca busca una possible relació entre quines tècniques de cultiu es poden oferir al conreu del panís (més o menys adob amb base de nitrogen i un sòl més remogut o menys) i les conseqüències que això té sobre la taxa fotosintètica de la planta i gasos d'efecte hivernacle emesos pel sòl. En començar la part pràctica vaig haver de definir les meves hipòtesis:

1. Les plantes del cultiu de panís amb sembra directa tenen més taxa fotosintètica i emeten menys gasos d'efectes hivernacle.

2. Com menys fertilització amb base de nitrogen hi hagi, hi haurà menys emissió de gasos d'efecte hivernacle, concretament N_2O i les taxes fotosintètiques també seran més baixes.

Com ja he dit, el camp experimental es troba a Agramunt i allà tenen tot de parcel·les amb les diferents combinacions. La meva hipòtesi va sortir del primer dia en que vaig anar al camp, on ja es veia que les plantes amb sembra directa eren més altes que jo i les plantes amb el terra remogut amb prou feina arribaven a un metre d'alçada.

2.FOTOSÍNTESI

La fotosíntesi és un procés en el qual l'energia solar es transforma en energia química que es fa servir per convertir el CO_2 , una molècula inorgànica, en compostos orgànics complexos, principalment hidrats de carboni.

La fotosíntesi és el procés anabòlic que aporta més energia a la biosfera. Les plantes produeixen matèria orgànica per elles i per a casi tots els organismes heteròtrofs que depenen d'elles, a través de les xarxes tròfiques.

La fotosíntesi té lloc als cloroplasts, uns orgànuls propis de les cèl·lules vegetals. És troben lliures pel citoplasma (al costat de la paret cel·lular) i poden orientar la seva superfície d'acord amb la llum.

Els cloroplasts estan envoltats de dues membranes: la membrana plastidial externa i la membrana plastidial interna. Tancada per la membrana interna, hi ha una regió aquosa anomenada estroma. A l'interior de l'estroma hi ha la membrana tilacoidal, una membrana molt plegada formant unes vesícules, els tilacoides. Els tilacoides es poden trobar apilats formant els grana o com vesícules individuals que connecten els grana entre si.

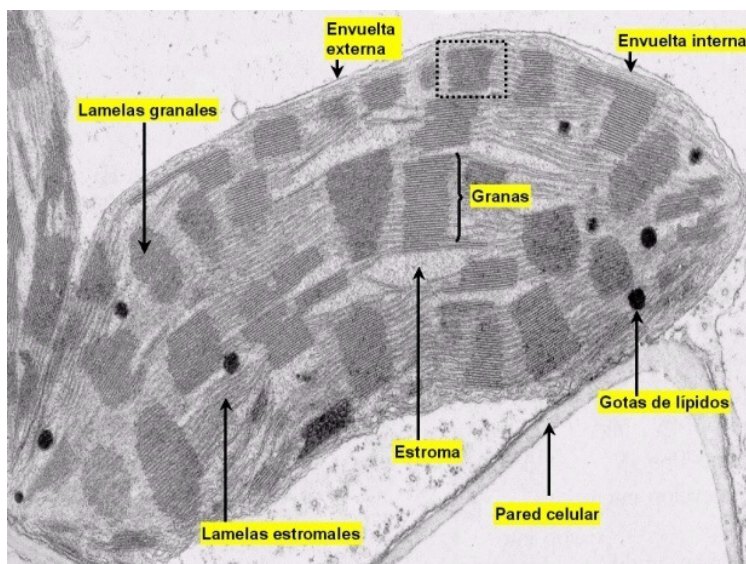
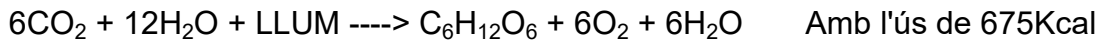


Figura 1: Micrografia d'un cloroplast amb les seves parts.

2.1.REACCIÓ GENERAL

La reacció general de la fotosíntesi es pot representar com:



El balanç final és la producció d'un mol de O_2 i la reacció d'un mol de H_2O per cada mol de CO_2 que es redueix a sucre. No es simplifiquen les aigües perquè l'aigua dels reactius reacciona tota i l'aigua dels productes és un producte de rebuig i provenen de fases diferents. (Hess, 1980)

2.2.REACCIONS INDIVIDUALS

La reacció general es pot classificar en dues fases separades. Parlar de "fases" pot fer pensar en errors bastant comuns. Les dos fases no necessàriament han de tenir lloc separadament, ni molt menys una després de l'altra. La relació és de dependència: la fase fosca necessita els productes que s'han format en la fase lluminosa.

A més a més, la fase lluminosa necessita llum, però no necessàriament la fase fosca necessita foscor. Fase fosca significa que no es necessita la llum perquè es dugui a terme. Tot i això, en la major part de les plantes les dues fases tenen lloc simultàniament, ja que les cèl·lules tenen dificultat per emmagatzemar ATP. Només un petit grup de plantes adaptades a la falta d'aigua realitza la fase fosca a la nit, precisament per reduir la pèrdua d'aigua per evapotranspiració.

2.2.1.Fase lluminosa

En la fase lluminosa de la fotosíntesi, s'obté energia química en forma d'ATP i NADPH a partir de l'energia solar. Això passa als cloroplasts, exactament a la membrana tilacoidal i gràcies a la clorofil·la.

2.2.2.Fase fosca

En la fase fosca, s'utilitza l'ATP i el NADPH sintetitzat en la fase lluminosa per fixar el CO_2 i sintetitzar glúcids. Això passa a l'estroma dels cloroplasts, l'espai comprès dins de la membrana plastidial interna.

2.3.FACTORS QUE AFECTEN LA FOTOSÍNTESI

La temperatura:

Cada espècie està adaptada a viure en un interval de temperatures determinat. Dins d'aquest interval, l'eficàcia de la fotosíntesi augmenta amb la temperatura fins a un cert punt on si la temperatura continua augmentant els enzims es desnaturalitzen. Quan els enzims es comencen a desnaturalitzar, el rendiment disminueix.

La concentració de CO₂:

El rendiment de la fotosíntesi augmenta en relació directa amb la concentració de diòxid de carboni en l'aire, fins arribar a un punt on els enzims estan saturats i per més concentració el rendiment no augmenta.

La concentració de O₂:

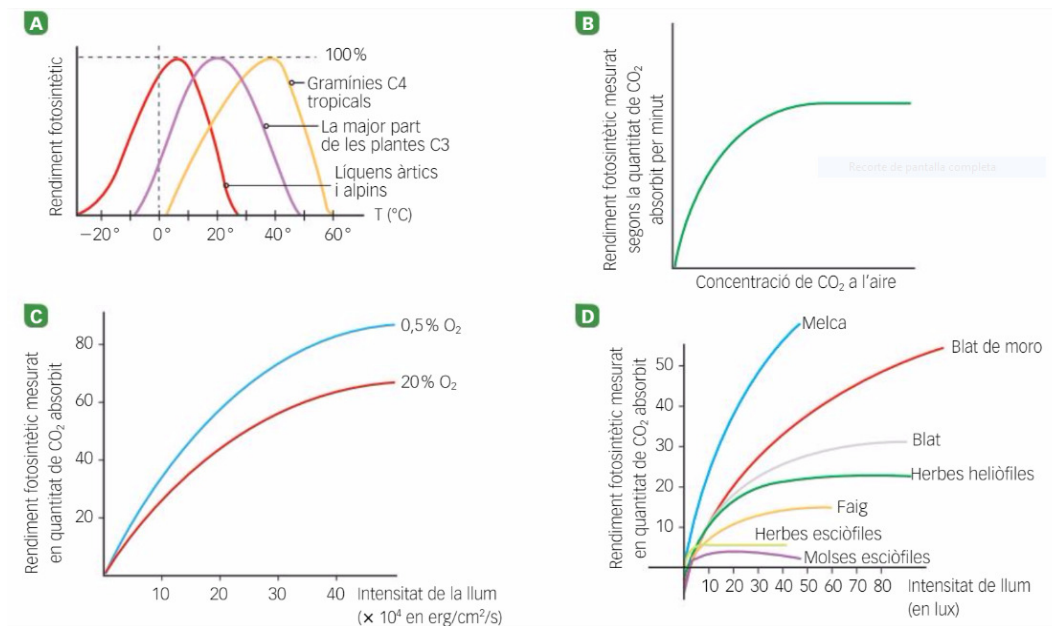
Com més concentració d'oxigen en l'aire el rendiment disminueix degut als processos de fotorespiració.

La intensitat lluminosa:

Cada espècie està adaptada a viure dins d'un interval d'intensitat lluminosa: hi ha plantes de penombra i plantes que necessiten més llum. Dins de cada interval, com més llum més fotosíntesi podrà fer la planta, sempre sense arribar a l'extrem, quan els pigments es fan malbé degut a massa intensitat lluminosa (Fotooxidació irreversible).

L'escassetat d'aigua:

L'escassetat d'aigua al sòl i de vapor d'aigua a l'aire disminueix la fotosíntesi: davant la manca d'aigua, els estomes es tanquen per evitar la pèrdua d'aigua. Quan els estomes es tanquen es dificulta l'entrada de CO₂. A més, també augmenta la concentració d'oxigen a l'interior de la planta. (Jimeno Fernández et al, 2016)



Factors que influeixen en el rendiment fotosintètic. **A** Influència de la temperatura.

B Influència de la concentració de CO₂ a l'aire. **C** Influència de la concentració d'oxigen a l'aire. **D** Influència de la intensitat lluminosa en diferents plantes.

Figura 2: Factors que influeixen en el rendiment fotosintètic. (Jimeno Fernández et al, 2016)

2.4.IMPORTÀNCIA DE LA FOTOSÍNTESI

La fotosíntesi és un procés molt important perquè hi hagi vida a la terra:

Les plantes i els altres éssers fotosintètics capten energia lluminosa del sol i la converteixen en energia química, que poden fer servir per crear matèria orgànica. D'aquesta matèria orgànica, en depenem la majoria dels éssers vius de la terra, ja sigui directament o indirectament. Això es representa molt bé a les xarxes tròfiques ja que es veu que la base de la vida són les plantes.

En fer la fotosíntesi, les plantes i els bacteris fotosintètics capten CO₂ i alliberen oxigen com a producte de rebuig. Gràcies a aquest oxigen, que les plantes no necessiten, el fan servir d'altres espècies que el necessiten per viure, que sense oxigen moririen.

3.ESCALFAMENT GLOBAL

Moltes vegades, es fan servir els termes: "escalfament global", "canvi climàtic" i "efecte hivernacle" com a sinònims, però tenen significats diferents encara que estiguin relacionats.

-Escalfament global: augment gradual de la temperatura de l'atmosfera i dels oceans de la Terra així com la seva projecció en un futur.

-Canvi climàtic: com a conseqüència que la temperatura de la terra augmenta, els vents i els corrents oceànics reparteixen de manera desigual la calor i algunes zones de la terra es poden escalfar i d'altres es poden refredar o pot canviar la quantitat de precipitació.

-Efecte hivernacle: és l'escalfament que es produeix quan certs gasos de l'atmosfera deixen passar la llum solar però retenen l'escalfor, tal com passa en un hivernacle.

L'efecte hivernacle és un procés que té lloc a l'atmosfera terrestre. Com a conseqüència, la temperatura de la Terra és manté més o menys estable. Això és degut a que la diferència entre l'energia que surt de la Terra i l'energia que entra és pràcticament nul·la. En el possible cas que l'energia que sortís del planeta fos major, aquest es refredaria. En canvi, si l'energia que entrés fos més que l'energia que sortís, el planeta s'escalfaria; que és el que està passant actualment a la Terra. Per tant, l'existència d'un efecte hivernacle ha fet possible que les condicions de temperatura i d'energia de la Terra siguin òptimes per a que hi puguem haver vida.

3.1.GASOS D'EFECTE HIVERNACLE

Un gas d'efecte hivernacle, com he mencionat abans, és aquell que deixa passar la radiació solar d'ona curta però reté la radiació solar d'ona llarga. Com a conseqüència, s'escalfa el planeta. En la gràfica següent es veuen els gasos d'efecte hivernacle més comuns, el potencial d'escalfament global i la vida a l'atmosfera que tenen.

GAS	FÓRMULA QUÍMICA	VIDA DEL GAS(ANYS)	GWP		
			20 ANYS	100 ANYS	500 ANYS
DIÒXID DE CARBONI	CO ₂	30-95	1	1	1
METÀ	CH ₄	12	72	25	7,6
ÒXID NITRÓS	N ₂ O	114	289	298	153
CFC-12	CCl ₂ F ₂	100	11.000	10.900	5.200
HCFC-22	CHClF ₂	12	5.160	1.810	549
TETRAFLUOROMETÀ	CF ₄	50.000	5.210	7.390	11.200
HEXAFLUOROETÀ	C ₂ F ₆	10.000	8.630	12.200	18.200
HEXAFLUORUR DE SOFRE	SF ₆	3.200	16.300	22.800	32.600
TRIFLUORUR DE NITROGEN	NF ₃	740	12.300	17.200	20.700

Figura 3: Vida i potencial d'escalfament global dels gasos més comuns. (Forsters & Ramaswamy, 2007)

La mesura que es fa servir per saber quant afecta una massa determinada de gas hivernacle a l'escalfament global és el GWP (Global Warming Potential o Potencial d'Escalfament Global.).

És una mesura relativa ja que es compara el gas que es vol estudiar amb el CO₂, que el seu GWP és 1. A més a més, es calcula durant un interval de temps determinat, de 20, 100 o 500 anys, tot i que el més usual són 100 anys. Quan es cita un GWP, sempre ha d'anar acompanyat de l'interval de temps, ja que sense aquest, el valor manca de sentit.

La vida del CO₂ a l'atmosfera no és determinada sinó que depèn de diversos factors que en redueixen la quantitat.

Entre aquests factors, un que condiciona molt és el cicle del carboni. Aquest és com el cicle de l'aigua: ens explica com es mou el carboni a la terra. En aquesta imatge de la NASA (figura 4), es veu en números blancs, el magatzem de carboni que hi ha, en números grocs, el flux de carboni natural i en números vermells, les contribucions humanes en gigatonnes de carboni per any. Una sola mol·lècula de carboni, té una vida molt curta a l'atmosfera, però com que s'emet més carboni del que es fixa, no és té en compte que se'n fa del carboni sinó la quantitat excedent.

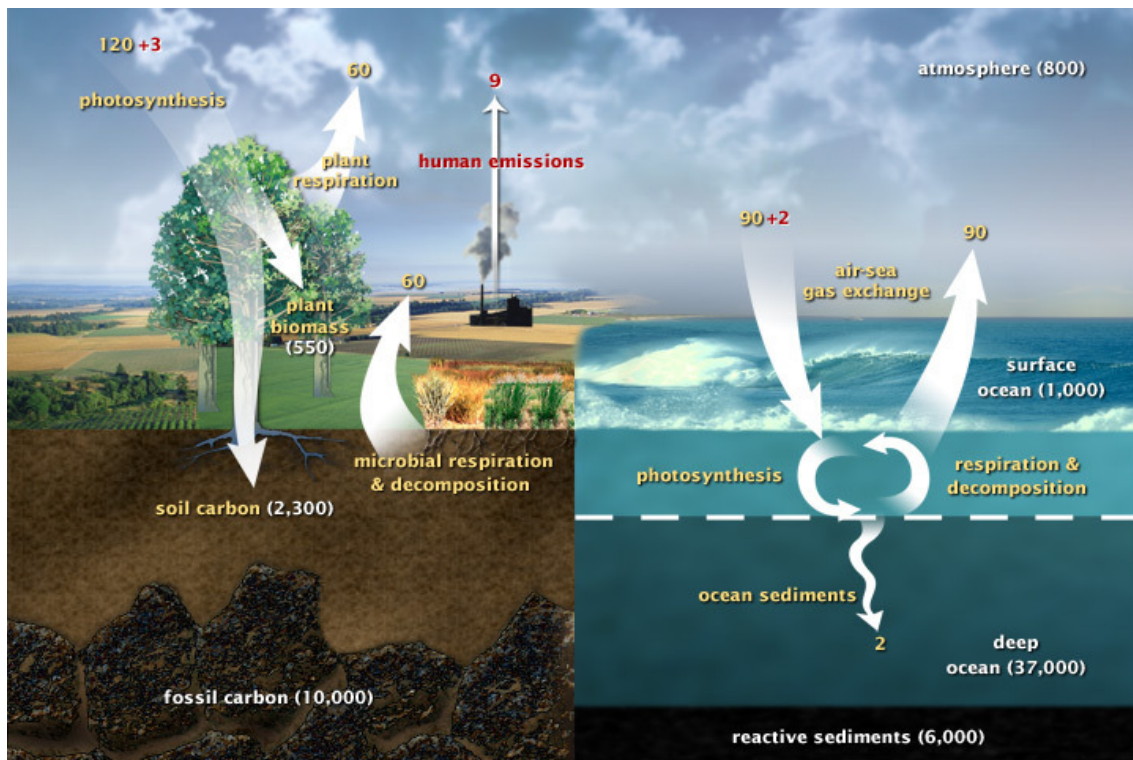


Figura 4: Cicle del carboni a la Terra. (Riebeek, 2011)

3.2.CAUSES DE L'ESCALFAMENT GLOBAL

Tal com he dit abans, el planeta per ell mateix ja té efecte hivernacle. Per tant, hi ha dos tipus de causes: les que són produïdes per la natura i les que les produeix l'home.

La causa produïda per la natura està explicada anteriorment (apartat 3).

Entre les causes produïdes per l'home n'hi ha moltes. La més important i que més gent coneix és que actualment es cremen molts combustibles fòssils que emeten diòxid de carboni. Una altra de menys coneguda és desforestació, que consisteix en talar boscos. Això provoca que les plantes no puguin fer la fotosíntesi i no puguin fixar diòxid de carboni.

3.3.L'AGRICULTURA COM A CAUSA DE L'ESCALFAMENT GLOBAL

En el sector agrícola, hi ha moltes emissions de gasos d'efecte hivernacle, com per exemple en la desforestació, l'ús de fertilitzant químics i fems...

Però també té una part positiva, i és que les plantes fixen el diòxid de carboni al sòl. Com que està al sòl, no està en forma de CO₂ i no forma part de l'efecte hivernacle.

3.4.EFECTES DE L'ESCALFAMENT GLOBAL EN LES PLANTES

La temperatura és un factor capaç d'estimular els processos biològics, sempre dins d'uns límits, que si es superen, l'organisme mor. Les plantes en condicions d'escalfament, veuen afavorit el seu funcionament i la productivitat s'incrementa gràcies a una estimulació del metabolisme. Tot i això, que pot semblar favorable, l'escalfament global també augmentaria la temperatura nocturna, cosa que també incrementaria la respiració nocturna i això disminuiria la productivitat neta.

4.SISTEMES DE MANEIG DEL SÒL AGRÍCOLA

Aquest apartat fa referència a com es tracta el sòl abans de la sembra del conreu. Hi ha diverses maneres de conrear-lo, totes són diferents i poden fer canviar molt la collita que s'obté. També es fan servir moltes eines diferents depenent de cada mètode.

4.1.CONREU INTENSIU:

És el que s'ha dut a terme a la zona de la plana de Lleida des de fa més temps. L'objectiu és que no creixin d'altres plantes diferents al cultiu. Això s'aconsegueix amb l'ús de subsoladors i rotovators, que remouen molt el sòl. Aquesta pràctica no és massa bona perquè el sòl es volteja, hi ha més erosió i compactació i es contaminen les aigües superficials: tots els sediments i fertilitzants (contaminants) poden arribar als embassaments i als rius.

Augmenten les emissions de CO₂ perquè les restes dels cultius anteriors normalment es cremen. A més a més redueix la captació de CO₂ del sòl.

Tant de temps amb el sòl sense plantes provoca que es perdin ecosistemes ja que no hi creixen plantes i altres éssers vius no hi tenen ni aliment ni protecció, per tant, es perd biodiversitat.



Figura 5: Exemple de conreu intensiu. (www.agricarbon.eu)

4.2.STRIP TILL:

Tècnica de maneig del sòl similar al conreu intensiu. La diferència és que en comptes de remoure tant el sòl es remou menys i no tota la matèria orgànica queda enterrada i es descompon. Es classifica com una tècnica d'agricultura de conservació perquè protegeixen el sol de l'erosió, milloren la qualitat, la biodiversitat...



Figura 6: Exemple de conreu en strip till. (www.twindiamondind.com)

4.3.SEMBRA DIRECTA:

És justament el contrari del conreu intensiu. Consisteix en no treure les restes de la collita anterior i deixar-les a la superfície del camp. D'aquesta manera no es descomponen tant ràpidament i no alliberen diòxid de carboni. A més a més, millora tot un conjunt de propietats físiques del sòl que fa que sigui capaç de retenir més aigua. (Álvaro Fuentes, et al., 2007) (Cantero-Martínez et al, 2010) Com que no s'ha de llaurar el sòl, es pot estalviar fins a 4 hores de treball per hectàrea i la meitat de gasoil consumit per hectàrea respecte el conreu intensiu. (Arrúe Ugarte et al, 2013)



Figura 7: Exemple de conreu en sembra directa. (www.agricarbon.eu)

5.EL CULTIU DEL PANÍS

El panís o blat de moro (*Zea mays*) és un cereal provinent d'Amèrica que cultivaven els pobles indígenes. Va ser portat per Cristòfor Colom el 1493.

En cultiu, és una planta de tipus C4 amb un rendiment molt alt, de regadiu en les nostres condicions, i exigent en temperatures elevades. El seu rang ideal de temperatura va des dels 10°C (Temperatura mínima per germinar) fins als 35°C (Temperatura quan es destrueixen els grans de pol·len). Pel que fa a l'aigua, és una planta molt exigent: necessita molta aigua sobretot en el període de floració (1 mes). Tot i això, si disposa d'aigua en abundància és una de les plantes més eficients pel que fa a rendiment. En temes del sòl, s'adapta a tot tipus de pH però el més indicat és que sigui profund (120 cm en el període de floració i collita) i amb molta capacitat per retenir aigua. És una planta que necessita molts nutrients minerals tot i que no tots els nutrients es troben al gra: 100 Kg/ha en el cas de P_2O_5 i de K_2O i 250 Kg/ha de N. (Pujol Palol, 1998)

5.1.EMISSION DELS GASOS D'EFFECTE HIVERNACLE

Encara que no ho sembli, els sòls tenen un paper important en l'emissió de gasos d'efecte hivernacle (depèn de quin poden fins i tot fixar-lo). Hi ha tres gasos d'efecte hivernacle en els quals ens centrem: CO_2 , CH_4 i N_2O .

5.1.1. CO_2

La fotosíntesi fixa el CO_2 atmosfèric i el transforma en biomassa vegetal. En els cultius anuals, les arrels i part de la palla es queden al camp com rostolls. Aquests residus, de forma natural passaran a formar part de la matèria orgànica del sòl. Aquesta, per l'acció dels microorganismes és mineralitzada i torna el CO_2 de nou cap a l'atmosfera. Algunes tècniques de maneig del sòl i del cultiu com les tècniques convencionals de maneig del sòl, els residus s'incorporen al sòl i això afavoreix la seva descomposició, i per tant, l'emissió a l'atmosfera del CO_2 del sòl que s'havia fixat amb la fotosíntesi.

Per l'altra banda, mitjançant altres tècniques com la sembra directa, els residus que romanen en la superfície després de la collita, s'incorporen lentament al sòl

per causes naturals (pluja, fauna del sòl...). El fet que vagi més lent significa que queda una capa de matèria orgànica en els primers centímetres del sòl.

5.1.2.CH₄

En el cas del metà, els sòls tenen la capacitat de consumir o produir aquest gas. Aquest gas es produït principalment en ambients agrícoles per la fermentació que fan els animals remugants. També pot provenir de la descomposició de purins i fèms en les basses d'emmagatzematge.

5.1.3.N₂O

L'òxid nítrós es produeix durant els processos de nitrificació i desnitrificació que passen al sòl com a conseqüència de l'activitat dels seus microorganismes. Els terrenys amb sembra directa, normalment emmagatzemen més aigua al sòl, disminuint l'intercanvi de gasos. Això fa que s'afavoreixi la desnitrificació i, per tant, l'emissió de l'òxid nítrós.

6.MATERIALS I MÈTODES

6.1.LOCALITZACIÓ

L'estudi s'ha fet a la zona d'Agramunt, al nord de la comarca de l'Urgell, a la plana de Lleida. És una zona amb molts camps de conreu que antigament eren de secà i actualment s'estan passant a regadiu gràcies al canal Segarra-Garrigues.

Aquest canal agafa l'aigua del riu Segre, de l'embassament de Rialb i la deixa a l'embassament d'Albagés, preveient transformar 70.000 hectàrees de secà a regadiu, tot i que encara no està acabat. És un projecte molt gran, de més de 1.000 milions d'euros, que podrà beneficiar a més de 16.000 regants. Com que l'aigua del canal Segarra-Garrigues és més cara que la del canal d'Urgell, s'ha de buscar mètodes per estalviar més aigua en regar. Aquest camp en concret, tenia reg per aspersió: tot d'aspersors situats al mig del camp, que durant la nit regaven el camp.

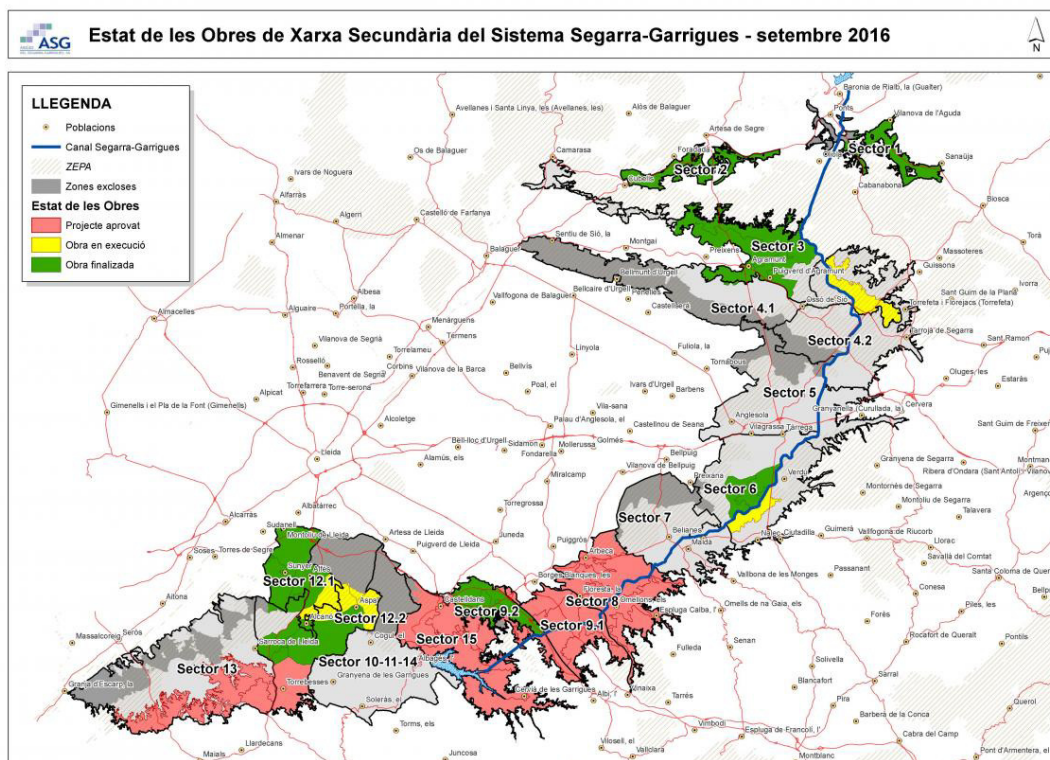


Figura 8: Mapa del canal Segarra-Garrigues i estat de les obres de la xarxa secundària.

En la taula següent es pot veure les comarques que es troben en el projecte Segarra-Garrigues amb la superfície que està en el projecte i el percentatge sobre el total.

NOMBRE DE LA COMARCA	CAPITAL DE COMARCA	SUPERFÍCIE DE LA COMARCA EN EL SG (km ²)	% DEL TOTAL DE LA COMARCA EN EL SG	% DEL PROYECTO SG
Urgell	Tàrrrega	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/>

Figura 9: Comarques i la seva superfície en el projecte Segarra-Garrigues

6.2.CLIMA DE LA ZONA

El clima de la zona és una variable molt important en l'agricultura, ja que les plantes tenen un clima ideal per elles i qualsevol desviació d'aquest pot comportar una producció més baixa. Com per exemple, si estàs en un lloc molt sec i la planta necessita molta aigua, l'hauràs de regar perquè pugui estar viva.

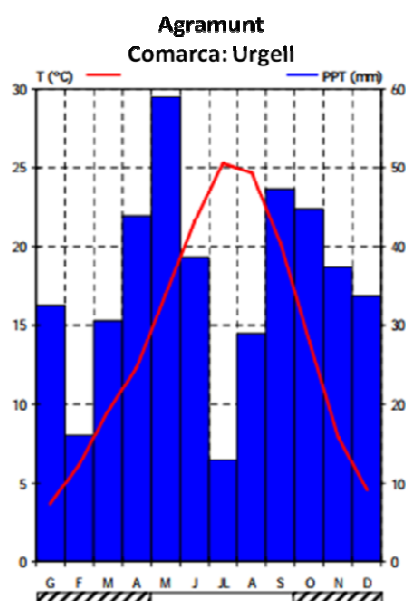


Figura 10: Climograma de la ciutat d'Agramunt, situat a la comarca de l'Urgell. (Departament de Medi Ambient i Habitatge, 2000)

El clima de l'Urgell és Mediterrani Continental Sec. La distribució de la precipitació és irregular, amb dos màxims a la primavera i a la tardor i un total anual escàs. D'aquests dos màxims, destaca el de la primavera al nord de la comarca i, en canvi, el de la tardor al sud. Dels mínims de precipitació de l'hivern i l'estiu, no hi ha cap d'ells que destaquí per sobre de l'altre. El règim tèrmic és calorós a l'estiu i fred a l'hivern, implicant una amplitud tèrmica molt alta, tret de l'extrem sud on no és tan acusada. A més, els mesos estivals es consideren àrids. El període lliure de glaçades comprèn entre els mesos de maig i setembre inclosos. (Departament de Medi Ambient i Habitatge, 2000)

D'aquí en podem extreure que Agramunt té un clima de secà on no hi podria viure el blat de moro sense el canal Segarra-Garrigues.

6.3.TIPUS DE SÒL

La zona del Segarra-Garrigues forma part de la plana de Lleida i pertany a la vall de l'Ebre. Aquesta zona regada pel canal és plana per la part nord però com més al sud i a l'oest anem, cada vegada el relleu és més accidentat. Les zones amb relleu accidentat no es cultiven o si es fa, és a base de terrasses de dimensions reduïdes i amb una mecanització complicada.

Pel que fa a la composició del sòl del terreny regat pel canal Segarra-Garrigues:

- Conté un nivell baix de matèria orgànica: entre un 1 i un 2%.
- Els nivells de fòsfor i potassi són bastant variables, igual que el guix. En la zona d'Agramunt, hi ha molt poc guix, entre un 0 i un 10 %. Aquesta dada és interessant perquè aquesta petita proporció de guix fa que els efectes d'una possible salinització siguin menys dolents pel sòl.
- Els nivells de carbonat de calci es troben entre 30-40%.
- Els terrenys amb problemes de salinitat son un 7% del total, repartits per tot arreu, més aviat situats en el centre-nord.
- Un 5% del terreny té problemes amb el drenatge.

-La profunditat del sòl és una característica molt important per valorar el volum de sòl explorable per les arrels de les plantes i la capacitat per acumular nutrients i aigua. Els sòls en posicions més altes o en zones amb més pendent normalment tenen menys profunditat; en canvi, els terrenys més baixos són més profunds. Les arrels de les plantes del blat de moro poden arribar a 120 cm de profunditat en el període de floració. En la següent taula es veu la relació entre la profunditat dels sòls de la zona del canal Segarra-Garrigues i la superfície que ocupen:

6.4.DISSENY EXPERIMENTAL

El camp de panís està dividit en 27 parcel·les agrupades en tres blocs de nou parcel·les a l'atzar. Cada parcel·la mesura 50 metres de llarg i 6 metres d'ample, fent un total de 50 x 162 metres en total (8100m²). Està organitzat de manera que s'entra per un passadís que connecta la parcel·la 1 amb la 27. El passadís fa la volta a les 27 parcel·les, que estan dins d'un camp que des de fora es veu com qualsevol altre camp.

Cada parcel·la d'un mateix bloc té una combinació diferent de quantitat de fertilització nitrogenada i diferent tipus de maneig del sòl.

Hi ha tres tipus de maneig del sòl en el camp experimental: la sembra directa, el "strip till", i el conreu intensiu. En aquest experiment, el mètode "strip till" no s'estudia pel que fa a la taxa fotosintètica perquè en un principi es va decidir amb el tutor de no estudiar-lo. En canvi, sí que s'estudia en els gasos d'efecte hivernacle

Pel que fa a fertilització nitrogenada, se'n van estudiar 3 quantitats: 0 quilograms de nitrogen per hectàrea, és a dir, sense fertilització; 200 quilograms de nitrogen per hectàrea i 400 quilograms de nitrogen per hectàrea. El fertilitzant no s'aplica tot de cop sinó que s'aplica en 3 fases quan la planta encara és jove (fins a 7 o 8 fulles).

Unint aquestes variables, surten 9 diferents combinacions entre fertilització i maneig del sòl.

Parcela	Bloc
1 Striptill 0 Kg/ha N	1
2 Laboreo intensivo 400 Kg/ha N	
3 Striptill 400 Kg/ha N	
4 Laboreo intensivo 200 Kg/ha N	
5 Siembra directa 200 Kg/ha N	
6 Siembra directa 400 Kg/ha N	
7 Siembra directa 0 Kg/ha N	
8 Laboreo intensivo 0 Kg/ha N	
9 Striptill 200 Kg/ha N	
10 Laboreo intensivo 400 Kg/ha N	2
11 Laboreo intensivo 200 Kg/ha N	
12 Siembra directa 400 Kg/ha N	
13 Striptill 200 Kg/ha N	
14 Striptill 400 Kg/ha N	
15 Laboreo intensivo 0 Kg/ha N	
16 Siembra directa 200 Kg/ha N	
17 Siembra directa 0 Kg/ha N	
18 Striptill 0 Kg/ha N	
19 Siembra directa 0 Kg/ha N	3
20 Laboreo intensivo 400 Kg/ha N	
21 Siembra directa 200 Kg/ha N	
22 Striptill 0 Kg/ha N	
23 Striptill 200 Kg/ha N	
24 Striptill 400 Kg/ha N	
25 Laboreo intensivo 200 Kg/ha N	
26 Laboreo intensivo 0 Kg/ha N	
27 Siembra directa 400 Kg/ha N	

Figura 11: Organització del camp experimental.

6.5.VARIABLES QUE S'ESTUDIEN

En aquest treball de recerca s'obtenen dades de dos estudis diferents. Un d'ells és la mesura de la fotosíntesi i l'altre és l'anàlisi dels gasos d'efecte hivernacle que es desprèn del sòl.

Les dues grans variables que s'estudien (i en les que el treball es centra) són la fertilització nitrogenada i el maneig del sòl, ja explicades en els apartats 6.4 i 4 respectivament.

Per a la mesura de la fotosíntesi, s'estudien tres variables:

A: Taxa de fotosíntesi ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)

És la quantitat neta de CO_2 que la planta fixa. Es mesura en μmol s que fixa en cada metre quadrat de fulla en un segon.

E: Evapotranspiració ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)

Quantitat d'aigua que surt del sòl a través de la planta a més a més de la que s'evapora de les fulles. Es mesura en mmol s d'aigua que s'evaporen per cada metre quadrat de fulla en un segon.

Gs: Conductància estomàtica ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)

Aptitud dels estomes a deixar passar més aigua de transpiració. Es mesura en mol s d'aigua que es deixen passar per cada metre quadrat de fulla en un segon

Per a la mesura dels gasos d'efecte hivernacle s'estudien 3 variables principals i 8 de secundàries. Les principals són:

Flux de N_2O

Quantitat de òxid nitrós que el sòl és capaç d'absorbir o alliberar al dia. Depèn dels organismes nitrificants i desnitrificants del sòl. Es mesura en $\text{mgN-N}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Flux de CH_4

Quantitat de carboni del metà que el sòl és capaç d'absorbir o alliberar al dia. Es mesura en $\text{mgC-CH}_4\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Flux de CO_2

Quantitat de carboni del diòxid de carboni que el sòl és capaç d'absorbir o alliberar al dia. Depèn dels organismes que viuen al sòl i descomponen la matèria orgànica. Es mesura en $\text{mgC-CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Les variables secundàries serveixen per calcular les principals. Són:

Temperatura de l'aire

Es fa servir en l'equació dels gasos ideals ($P \cdot V = N \cdot R \cdot T$) Amb aquesta equació podem saber els mols de gas que s'emeten o es fixen al sòl. Es mesura en graus Kelvin.

Temperatura del sòl

Es fa servir un termòmetre específic i es mesura en graus Kelvin. La temperatura del sòl té molt a veure amb l'activitat dels microorganismes. Com més activitat tenen els microorganismes, més temperatura tindrà el sòl.

Humitat del sòl

Es necessita per obtenir el WFPS, una magnitud molt important en aquest tipus d'estudis. Es mesura:

$$Hs = \left(\frac{\text{Volum d'aigua}}{\text{Volum total de sòl}} \right) \times 100$$

Per obtenir el volum d'aigua es desseca la mostra de sòl i es fa la diferència entre el volum del sòl humit menys el volum de sòl sec. S'expressa com a tant per cent.

Densitat aparent

Es necessita per obtenir el WFPS i la porositat total. Es mesura dividint el pes de sòl sec del volum total. S'expressa en g/cm^3 .

Porositat total del sòl

Es necessita per mesurar el WFPS. Es mesura amb la fórmula:

$$PT = \left(\frac{1 - DA}{2.65} \right) \times 100$$

On PT és porositat total del sòl i DA és densitat aparent, Aquesta dada és bastant important perquè indica els porus que té el sòl. S'expressa com a tant per cent.

WFPS (Water Filled Pore Space)

És la variable més important que s'estudia en referència al sòl. Indica el percentatge dels porus del sòl que estan plens d'aigua. És tant important perquè amb això podem saber si proliferen més els microorganismes que necessiten viure en condicions aeròbiques (un WFPS baix, és a dir, un sòl amb aire en els porus) o microorganismes que necessiten un medi anaerobi (un WFPS alt, és a dir, un sòl amb aigua en els porus).

$$WFPS = \left(H_s \times \left(\frac{DA}{PT} \right) \right) \times 100$$

On H_s és la humitat del sòl, DA és densitat aparent i PT és porositat total del sòl. S'expressa com un tant per cent.

6.6.PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

Les variables sobre la fotosíntesi es van estudiar el dia 18 de juliol de 2017 de les 9 a les 11 del matí.

Es va arribar al camp experimental a les 9 del matí i es van fer les mesures de les tres variables sobre la fotosíntesi. Es va fer servir l'aparell ADC LCA4 per a mesurar les variables respecte a la fotosíntesi. S'agafaven 5 fulles de cada parcel·la i es posaven a la pinça del mesurador. Aquest feia tot un seguit de càlculs (on tenia en compte la temperatura, la llum i d'altres aspectes) i les variables que s'estudiaven ja es mostraven a la pantalla. Aquestes variables tardaven uns segons en estabilitzar-se i s'apunten a la taula. S'agafaven 5 fulles de plantes diferents de cada parcel·la per intentar reduir l'error que es pogués cometre.

Les variables sobre els gasos d'efecte hivernacle es van estudiar el dia 26 de juliol de 2017 de les 8 a 11 del matí.

Prèviament, a l'inici de la temporada, al camp es posaven unes anelles al terra que estaven situades una a cada costat de cada parcel·la, ja que eren les rèpliques de l'experiment. En arribar al camp, es posaven les cambres a sobre de les anelles i s'extreia una mostra del gas que hi havia a l'interior. Per extreure la mostra es feia servir una xeringa amb una agulla que es punxava a

la vàlvula de la cambra, una membrana prima que deixava passar la xeringa però no el gas, que estava a la part superior. Quan es tenia la xeringa plena amb 15mL de gas, es posava en un vial que estava al buit. Aquest vial també tenia una fina membrana on es punxava l'agulla de la xeringa. Com que estaven al buit, ràpidament quasi tot el gas de la xeringa entrava a dins del vial. Sense treure la cambra de l'anella, es tornava a fer el mateix al cap de 20 minuts i al cap de 40 minuts. Per saber la composició del gas de l'interior del vial, es feia servir la cromatografia de gasos. Aquest aparell et representava els resultats amb un gràfic. Per arribar a aconseguir els mg de gas que es fixaven o s'alliberaven en un dia es feia un seguit de càlculs molt complexos.

Mentre s'extreia una mostra de gas, es mesurava la temperatura del sòl amb un termòmetre especial i s'extreien dues mostres de terra. Una mostra es posava en una bossa i s'utilitzava per mesurar la concentració de ions amoni i nitrat. L'altra mostra es posava en un pot de plàstic i es mesuraven tot de variables per arribar a saber el WFPS (Water Filled Pore Space).



Figura 12: Moment en que es col·loca la cambra sobre la anella.



Figura 13: Situació de la cambra dins del camp de panís.



Figura 14: Moment en que s'extreuen els gasos de dins la cambra.



Figura 15: Detall de la xeringa i el vial.



Figura 16: Mostres de sòl per analitzar: els nitrats i amonis i les característiques del sòl.

7.RESULTATS

A partir de les dades obtingudes al camp es detallen els següents resultats.

7.1.TAXA FOTOSINTÈTICA DEPENDENT DE LA FERTILITZACIÓ

Amb el tutor es va decidir no estudiar la taxa fotosintètica dependent del mètode strip till perquè era un entremig entre sembra directa i conreu intensiu. A més a més en aquest apartat sembla que no hagués interferit però és fals ja que no s'ha estudiat les diferents quantitats de fertilització en mètode strip till. Per tant, s'hauria d'haver estudiat aquest mètode de maneig del sòl per tenir resultats més fiables.

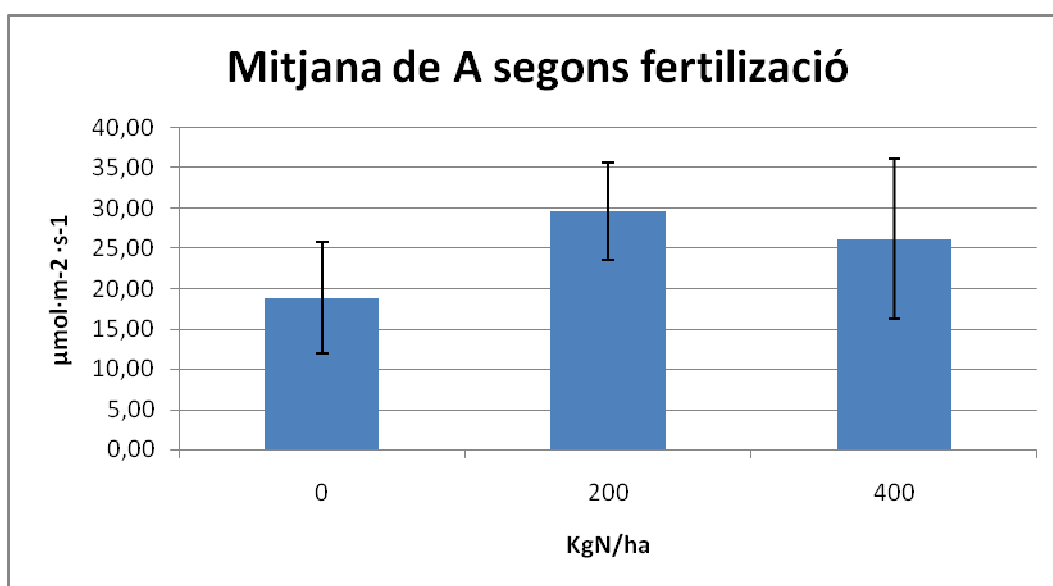


Figura 17: Mitjana de la taxa fotosintètica segons la quantitat de fertilització.

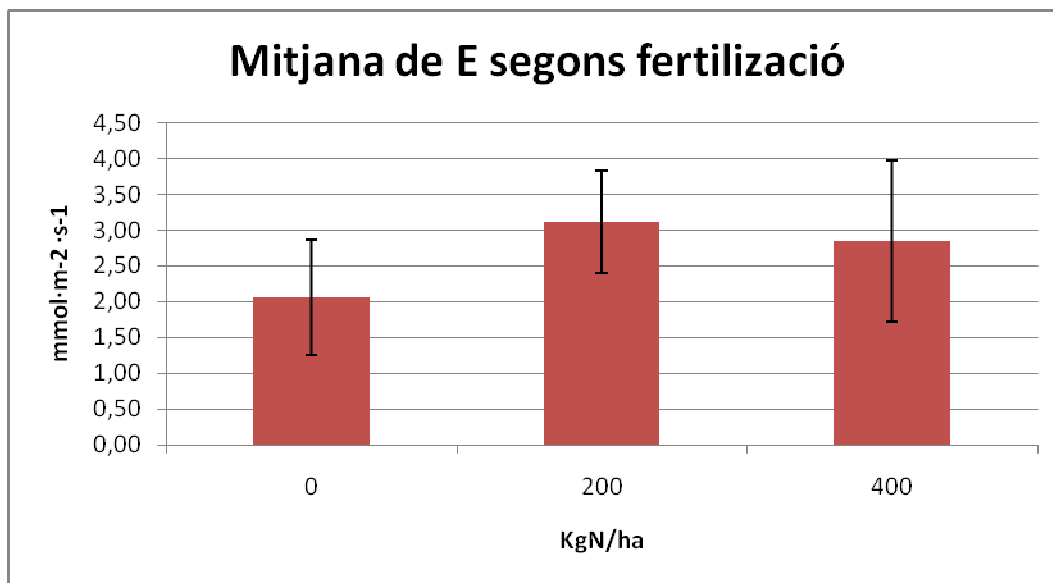


Figura 18: Mitjana de la transpiració segons la quantitat de fertilització.

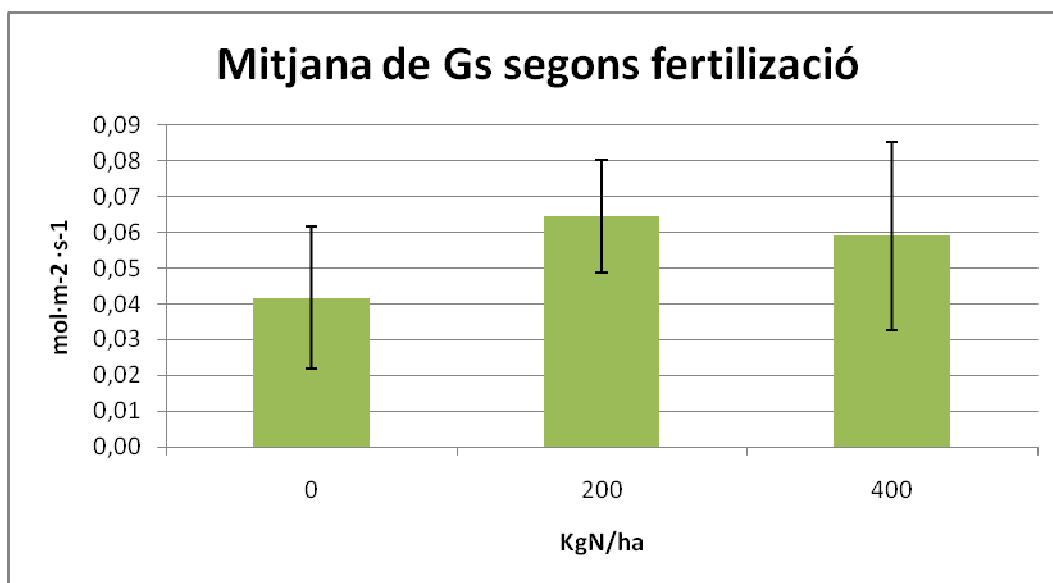


Figura 19: Mitjana de la conductància estomàtica segons la quantitat de fertilització.

En les tres figures es pot veure que les parcel·les amb A, E i Gs més altes són les que estan adobades amb 200KgN/ha. També cal fixar-se en què les parcel·les amb 400KgN/ha tenen valors més alts que les que no han estat adobades. Una dada important és que les unitats de mesura no són les

mateixes, encara que varien poc. Les línies verticals sobre les barres representen la desviació estàndard.

7.2.TAXA FOTOSINTÈTICA DEPENDENT DEL MANEIG DEL SÒL

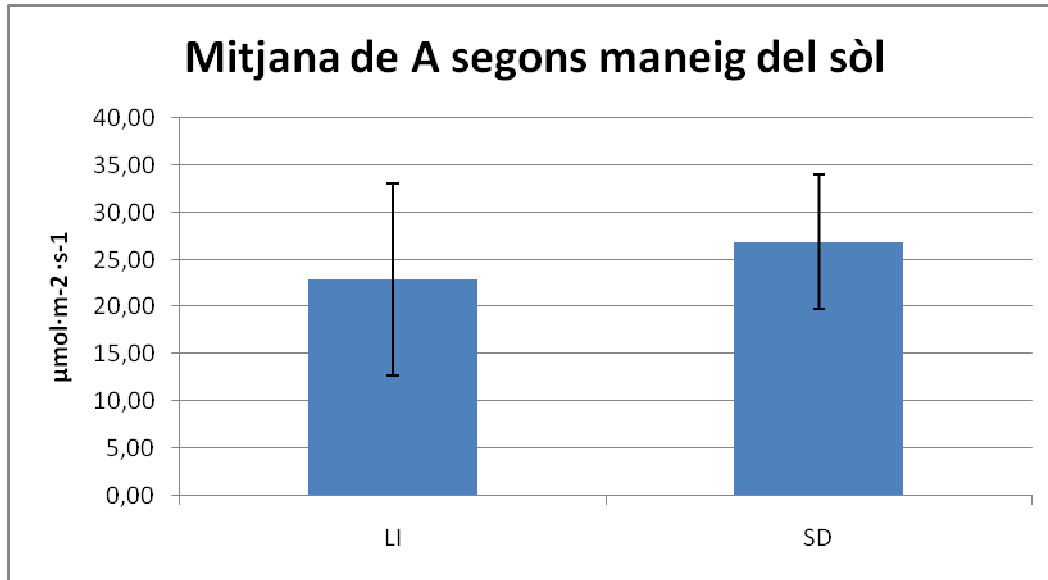


Figura 20: Mitjana de la taxa fotosintètica segons el maneig del sòl. "LI" és conreu intensiu i "SD" és sembra directa.

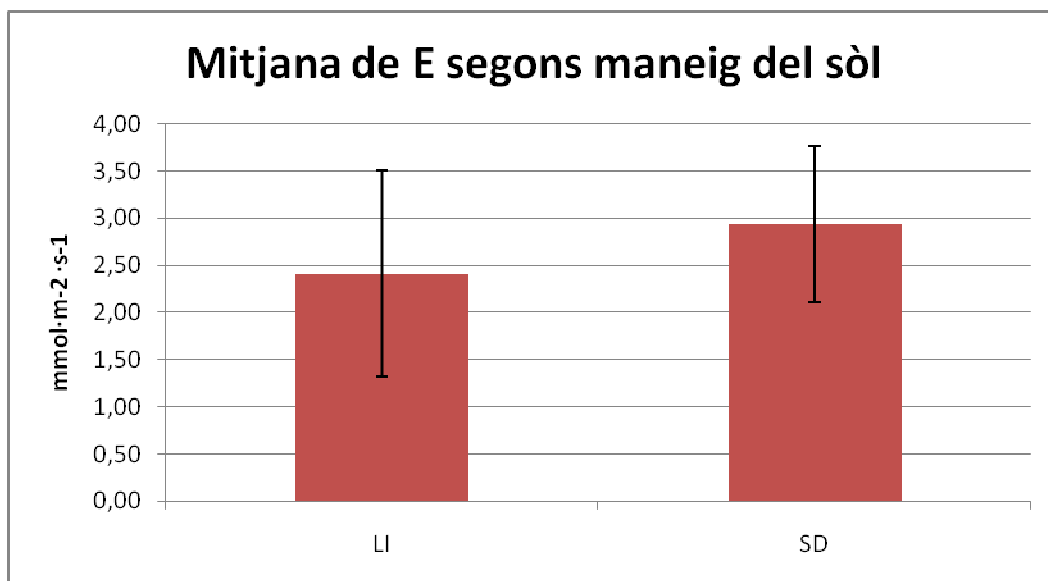


Figura 21: Mitjana de la transpiració segons el maneig del sòl. "LI" és conreu intensiu, i "SD" és sembra directa.

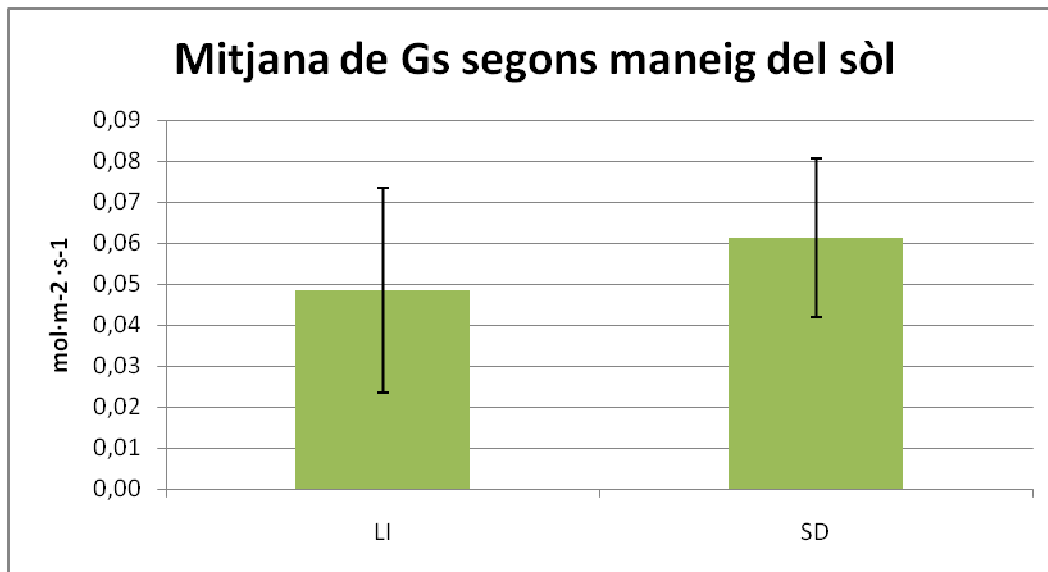


Figura 22: Mitjana de la conductància estomàtica segons el maneig del sòl. "LI" és conreu intensiu i "SD" és sembra directa.

En les tres figures es pot observar que les parcel·les amb sembra directa (SD) han obtingut valors de A, E i Gs més elevats respecte al conreu intensiu (LI). Una dada important és que les unitats de mesura no són les mateixes, encara que varien poc. Les línies verticals sobre les barres representen la desviació estàndard.

7.3.GASOS D'EFFECTE HIVERNACLE DEPENDENT DE LA FERTILITZACIÓ

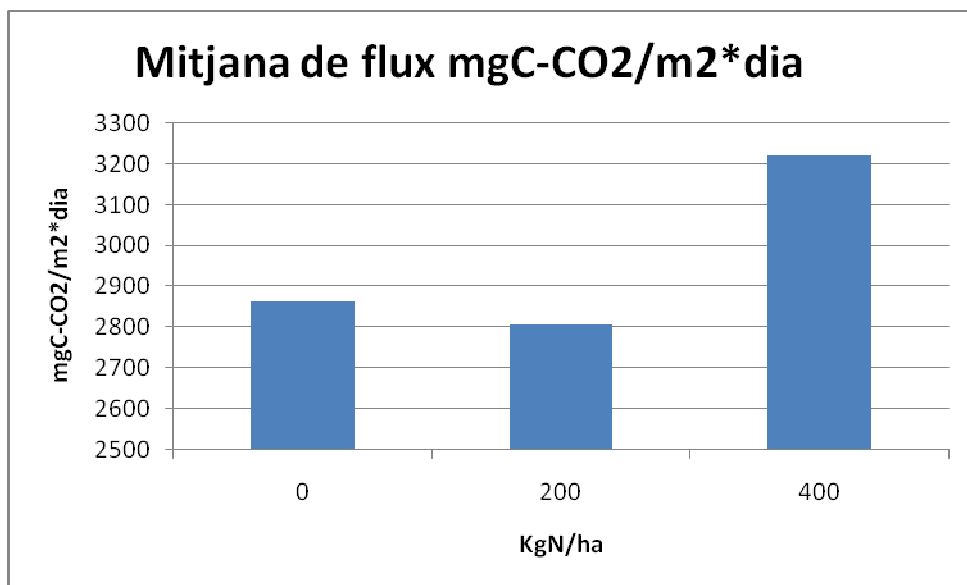


Figura 23: Mitjana del flux $\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ segons la quantitat de fertilització.

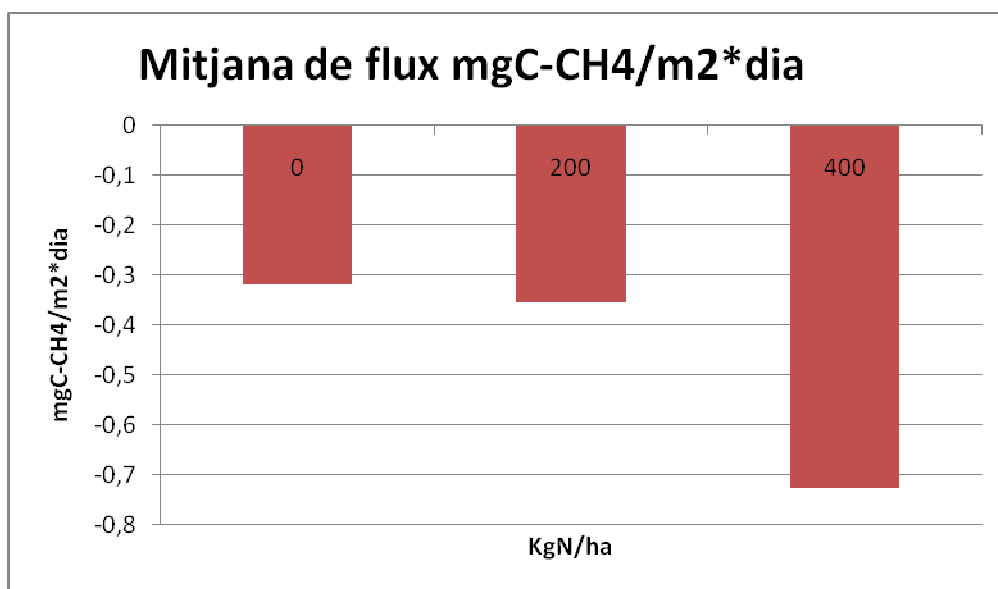


Figura 24: Mitjana del flux $\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ segons la quantitat de fertilització.

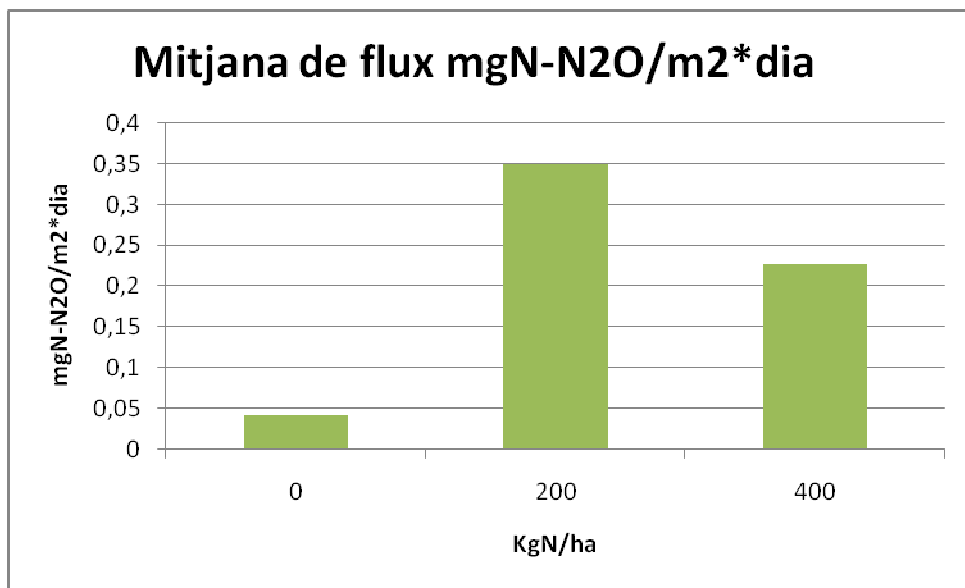


Figura 25: Mitjana del flux mgN-N₂O/m²*dia segons la quantitat de fertilització.

En les figures anteriors es pot observar com les parcel·les amb més fertilització són les que més CO₂ produeixen. En canvi també són les que fixen més metà (més o menys el doble). També es pot observar que les parcel·les amb 200KgN/ha són les que més N₂O produeixen. Després venen les de 400 KgN/ha, amb un valor també bastant alt i finalment les que no tenen fertilització. Cal fixar-se en que els eixos no són proporcionals, s'allibera molt diòxid de carboni en comparació amb el que s'allibera d'òxid nitrós.

7.4.GASOS D'EFFECTE HIVERNACLE DEPENDENT DEL MANEIG DEL SÒL

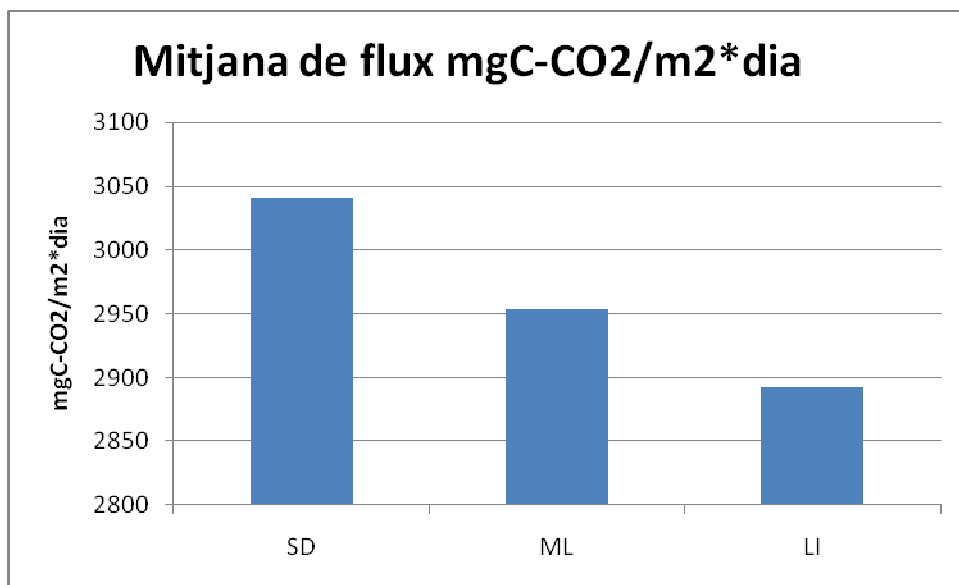


Figura 26: Mitjana del flux $\text{mgC-CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ segons el maneig del sòl. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

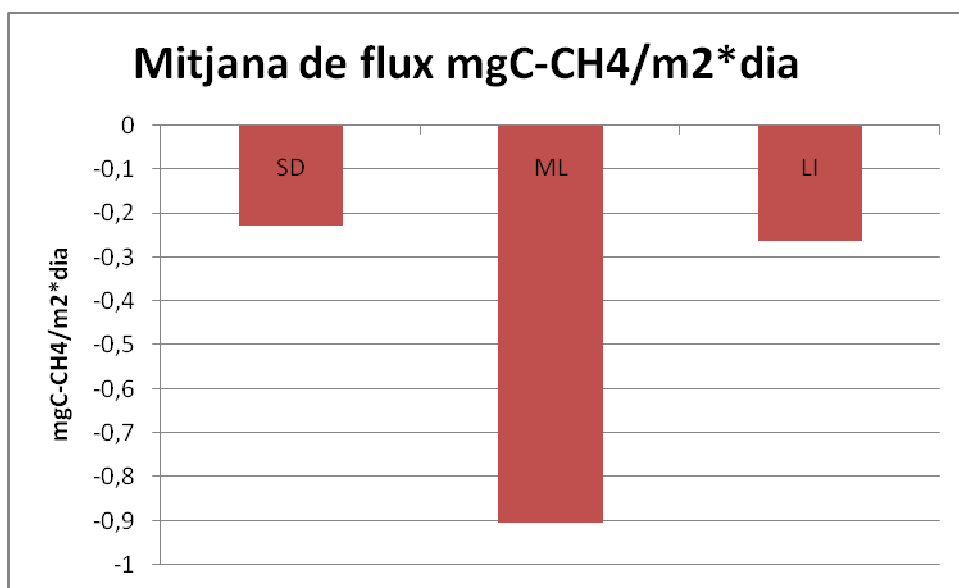


Figura 27: Mitjana del flux $\text{mgC-CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ segons el maneig del sòl. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

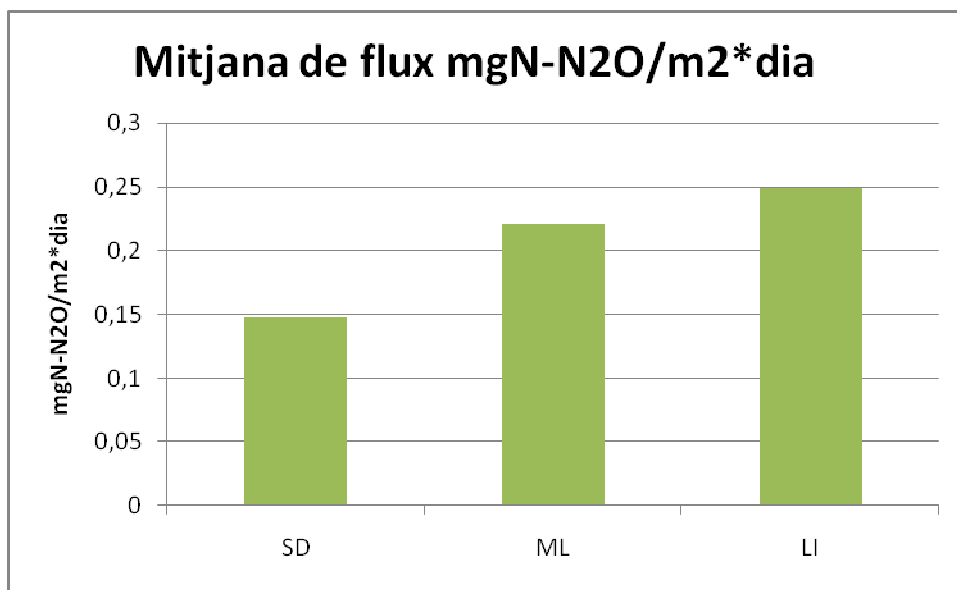


Figura 28: Mitjana del flux mgN-N₂O/m²*dia segons el maneig del sòl. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

En les figures anteriors es pot veure que pel que fa a les emissions de diòxid de carboni, les parcel·les amb sembra directa (SD) són les que més en produeixen. Pel que fa al metà, el mètode strip till (ML) és el que en fixa més, amb els altres dos mètodes molt igualats. Si mirem les emissions de N₂O, el conreu intensiu és el que més en produeix, seguit pel mètode strip till i finalment la sembra directa.

7.5.POTENCIAL D'ESCALFAMENT GLOBAL (GWP) SEGONS FERTILITZACIÓ

Per calcular el potencial d'escalfament global, s'han passat els mg de gas a tones i després s'han multiplicat pel seu potencial. Per exemple: en el N₂O, primer s'han passat els mg de N a mg de N₂O. Després s'han passat a tones i s'han multiplicat pel seu respectiu potencial (289, 298 i 153, respectius a 20, 100 i 500 anys). D'aquesta manera s'han obtingut les mitjanes del potencial d'escalfament global de cada gas respecte a la fertilització i al maneig del sòl. Llavors s'ha fet la suma (tenint en compte que com que es fixa metà, el seu

potencial s'ha de restar) dels potencials respecte a la fertilització i els resultats estan en els gràfics següents: els potencials d'escalfament global que es produeixen al dia en cada metre quadrat de sòl.

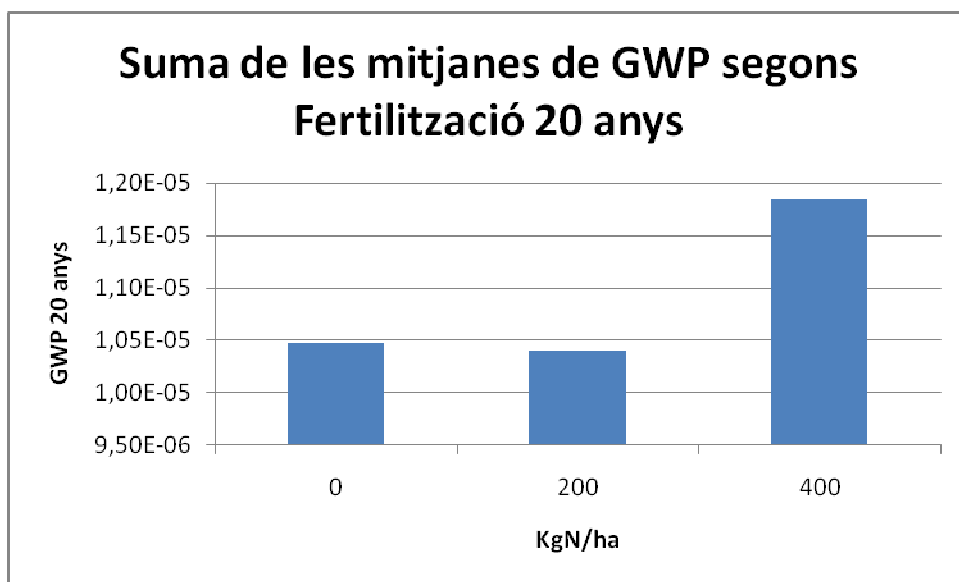


Figura 29: Suma de les mitjanes de GWP segons la quantitat de fertilització 20 anys.

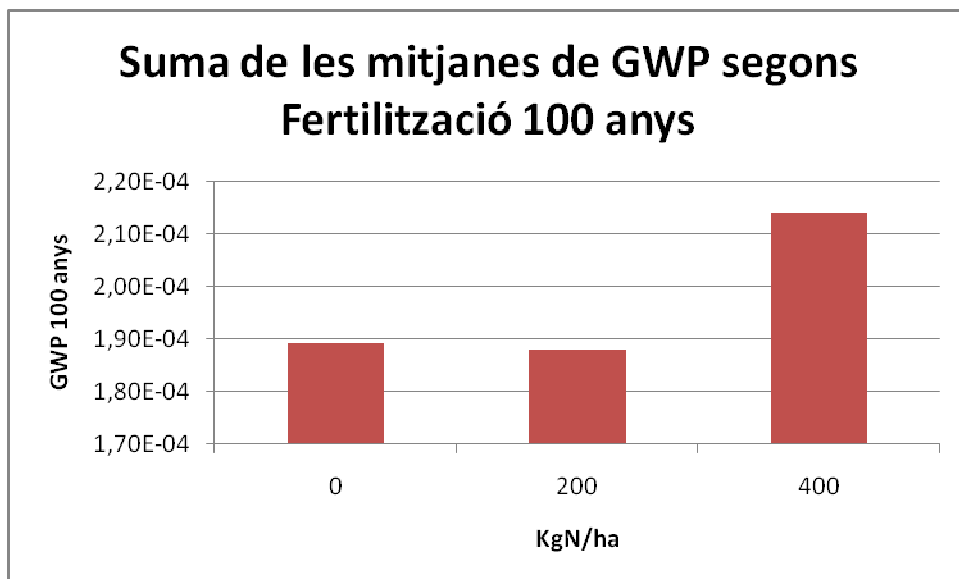


Figura 30: Suma de les mitjanes de GWP segons la quantitat de fertilització 100 anys.

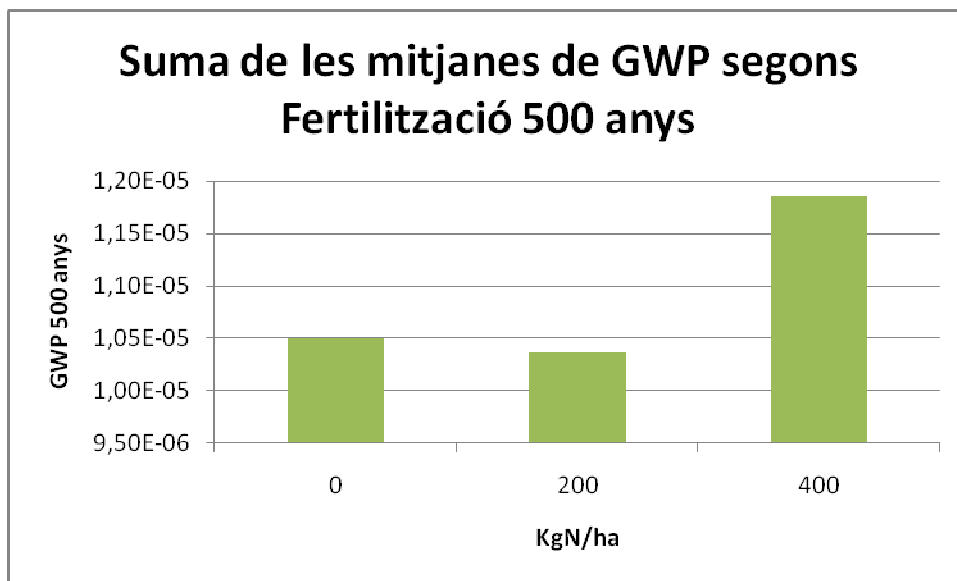


Figura 31: Suma de les mitjanes de GWP segons la quantitat de fertilització 500 anys.

Les tres figures anteriors són molt similars: les parcel·les amb 400 KgN/ha són les que tenen un GWP més elevat. Entre les altres dos dosis de fertilització gairebé no hi ha diferència. S'ha de tenir en compte aquests GWP són números molt baixos, però el GWP al cap de 100 anys és més elevat.

7.6.POTENCIAL D'ESCALFAMENT GLOBAL (GWP) SEGONS MANEIG DEL SÒL

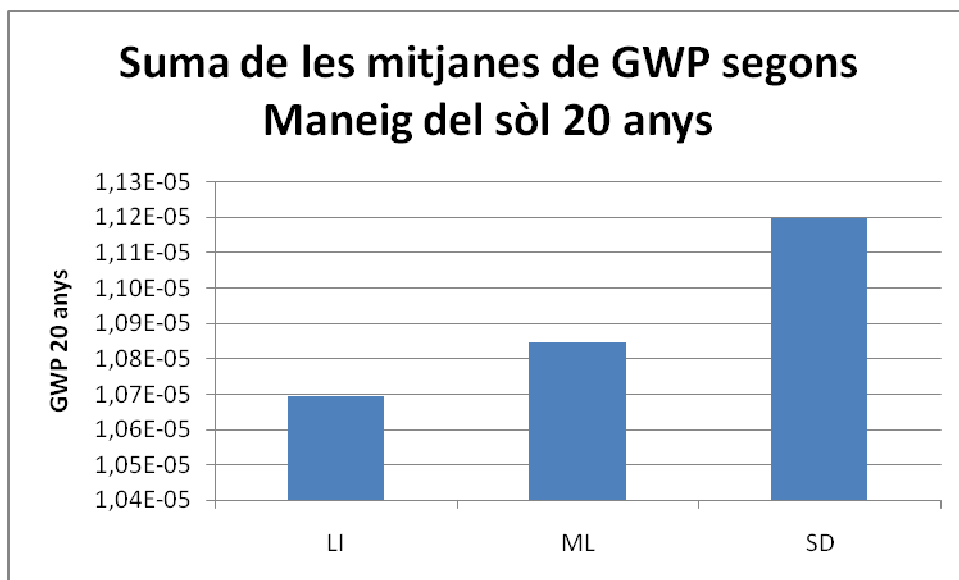


Figura 32: Suma de les mitjanes de GWP segons el maneig del sòl 20 anys. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

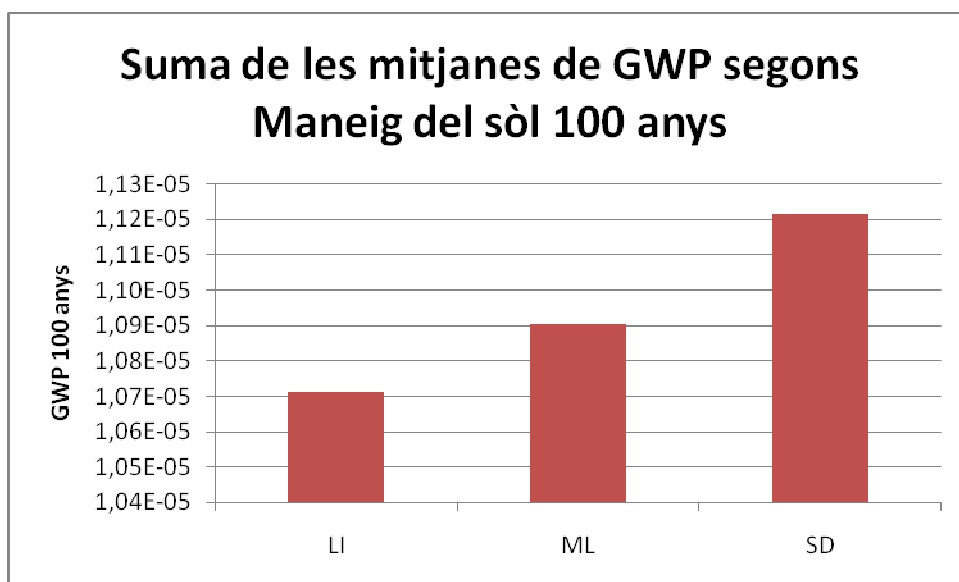


Figura 33: Suma de les mitjanes de GWP segons el maneig del sòl 100 anys. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

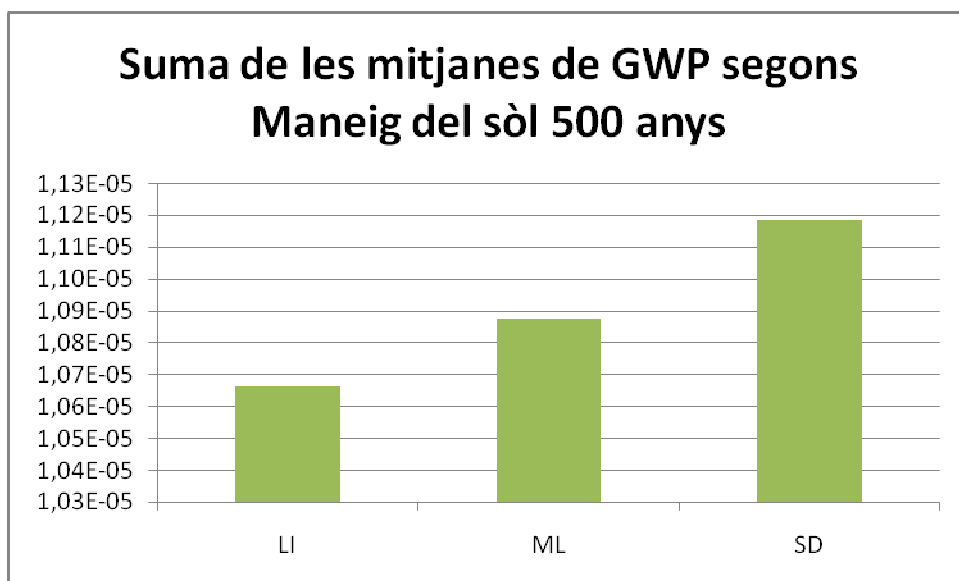


Figura 34: Suma de les mitjanes de GWP segons el maneig del sòl 500 anys. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

Com es pot veure en les tres figures, que són molt similars, les parcel·les cultivades amb sembra directa (SD) tenen un GWP més elevat respecte el mètode strip till (ML) i aquest és més elevat que el conreu intensiu (LI).

7.7.MITJANA DE WFPS SEGONS MANEIG DEL SÒL I FERTILITZACIÓ

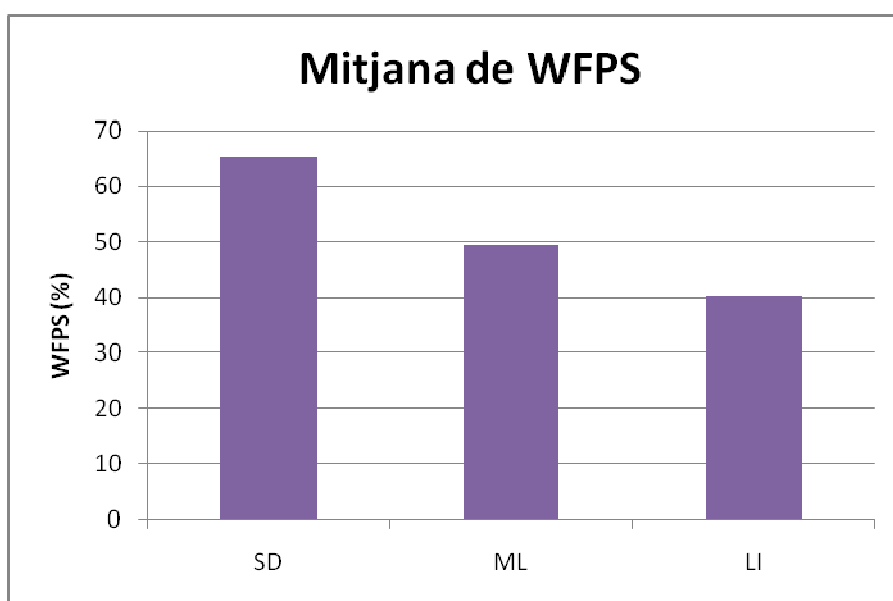


Figura 35: Mitjana de WFPS segons el maneig del sòl. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

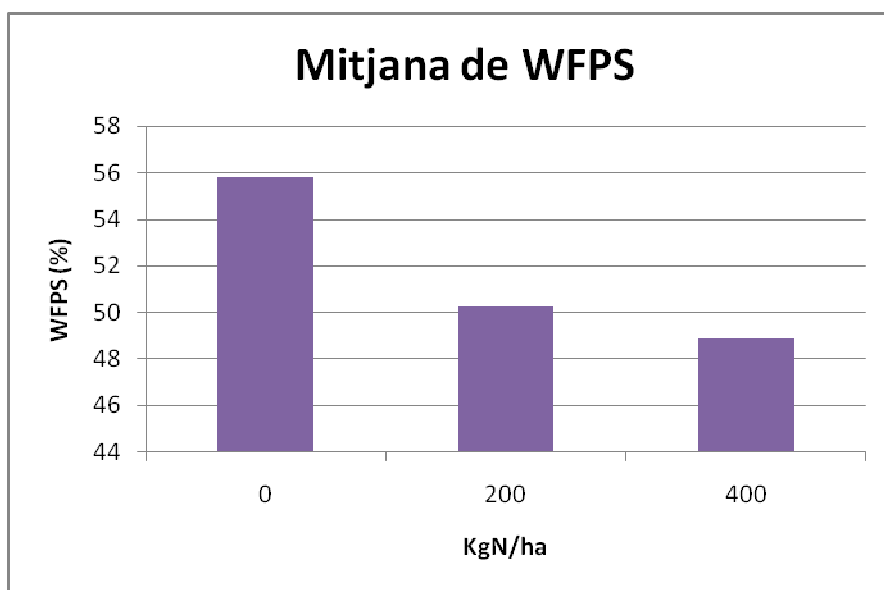


Figura 36: Mitjana de WFPS segons la quantitat de fertilització.

En les figures anteriors es pot veure que les parcel·les amb sembra directa (SD) retenen més bé la humitat del sòl. després vindria el mètode strip till (ML) i finalment el conreu intensiu (LI). Pel que fa a la fertilització, els sòls sense adobar retenen més bé la humitat. Cal tenir en compte que les dues figures no estan a la mateixa escala.

7.8.TEMPERATURA MITJANA DEL SÒL SEGONS MANEIG DEL SÒL I FERTILITZACIÓ

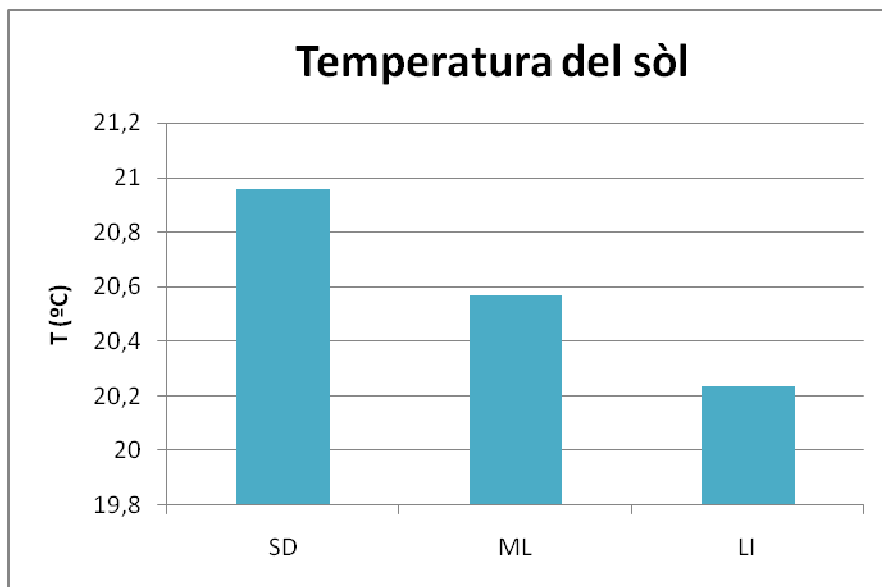


Figura 37: Temperatura del sòl segons el maneig el sòl. "LI" és conreu intensiu, "ML" és strip till i "SD" és sembra directa.

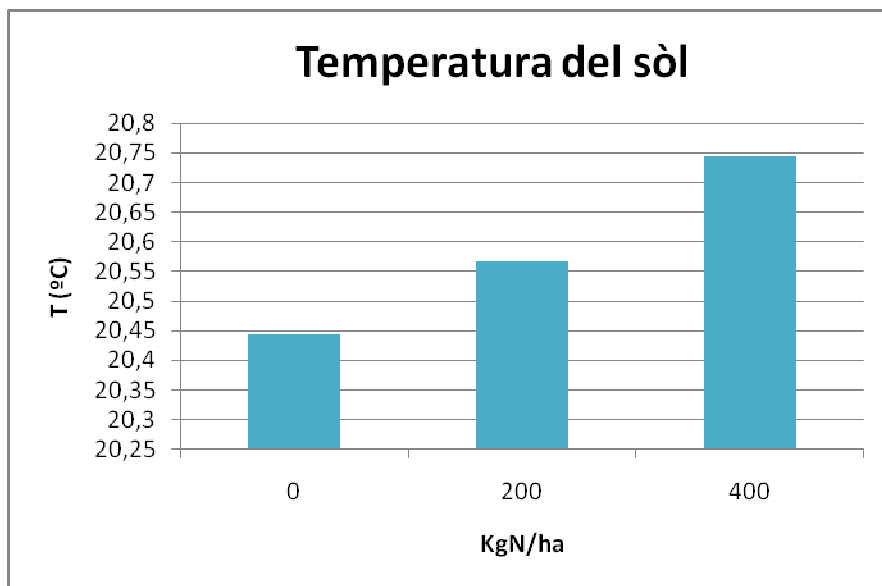


Figura 38 Temperatura del sòl segons la quantitat de fertilització.

En les figures anteriors es pot veure que la temperatura del sòl és més alta en les parcel·les amb sembra directa (SD), després strip till (ML) i finalment conreu intensiu (LI). Si ens fixem amb la quantitat de fertilització, podem veure que les parcel·les amb més fertilització són les que tenen una temperatura del sòl més alta. Tot i això, les temperatures pràcticament no varien.

8.DISCUSIÓ

Un cop analitzats els resultats, podem deduir que:

La taxa fotosintètica està directament relacionada amb la producció i el creixement de la planta. Com més elevada sigui la taxa fotosintètica (A) significa que la planta està produint més matèria orgànica. La producció de matèria orgànica significa que està creixent en mida o que està fent créixer el fruit. Això em porta a pensar que si el que vol el pagès és més collita, ha d'intentar aconseguir que les plantes tinguin una taxa fotosintètica el més gran possible.

En relació als gasos d'efecte hivernacle, al pagès li és igual si el seu cultiu n'allibera o en fixa. El que li interessa és que tingui la màxima producció amb les mínimes despeses. Per tant, el millor sistema per al pagès seria el que li garanteix més producció, menys despeses i els mínims efectes sobre el medi ambient, un dels quals pot ser intentar alliberar el mínim de gasos d'efecte hivernacle possibles.

Pel que fa a les tècniques de cultiu estudiades, taxa fotosintètica demostra que la dosis de fertilitzant on s'obté una millor "A" és 200KgN/ha. Veient els gràfics dels resultats, es pot arribar a la conclusió que és millor passar-se una mica de fertilitzant que no pas que en falti, perquè si et passessis s'obtindria més producció que si en faltés.

Si ens centrem en el maneig del sòl, el millor mètode seria la sembra directa perquè s'obté la taxa fotosintètica més elevada que en el conreu intensiu. A més a més com que no s'ha de llaurar el camp ni preparar-lo, et pots estalviar fins a 4 hores de treball per hectàrea i la meitat de gasoil per hectàrea respecte el conreu intensiu. (Arrúe Ugarte et al, 2013)

En els gràfics del flux de gasos d'efecte hivernacle respecte la fertilització i el maneig del sòl, no queda massa clar quin mètode és el més adequat, és a dir, el que emet menys. En un bon principi, segons la fertilització, sembla que sigui millor 0 KgN/ha, després 200 i el pitjor 400. Aquest ordre està fet a ull i és molt possible que qualsevol altra persona ho vegi diferent, no és fiable. Si et pares a

pensar, les parcel·les sense fertilització també eren les que tenien menys producció. Per tant, si es miressin les emissions per unitat de massa, aquestes serien més elevades. Si ho mirem segons el maneig del sòl també és molt difícil dir quines parcel·les són les que més emeten.

Per intentar que influeixi al mínim la subjectivitat de l'analitzador, el que s'ha fet és calcular el potencial d'escalfament global depenent dels 3 tipus de fertilització i els 3 tipus de maneig del sòl.

Mirant els potencials d'escalfament global, és molt més fàcil decidir quin és el que més gasos d'efecte hivernacle emet.

Pel que fa la fertilització, les parcel·les que més gasos d'efecte hivernacle emeten són les que s'han adobat amb 400 KgN/ha. Això es pot veure clarament en les gràfiques del potencial d'escalfament global als 20, 100 i 500 anys. Les que menys gasos d'efecte hivernacle emeten són les parcel·les amb 200KgN/ha. No massa lluny d'aquestes estan les parcel·les sense fertilitzant, que tenen uns valors molt similars a les de 200 KgN/ha.

El potencial d'escalfament global segons el maneig del sòl, porta a conclusions extraordinàries. Segons els gràfics es veu que la sembra directa és el que més gasos d'efecte hivernacle emet. Després vindria el mètode strip till i finalment el conreu intensiu. Ara bé, una característica de la sembra directa és que emet menys gasos d'efecte hivernacle.

Tal i com diu (Alvaro Fuentes et al, 2013):

"L'ús de la sembra directa ha multiplicat per 2.5 el consum de metà respecte el conreu intensiu. "

Això no només no ha passat en aquest cas, sinó que la sembra directa ha fixat menys metà que el conreu intensiu.

Això em fa pensar en 3 possibles hipòtesis per explicar la incoherència dels resultats:

-Un error en els càlculs, ja que s'ha processat moltes dades o en els aparells de mesura.

-Això va passar en un dia puntual per qualsevol variable no estudiada i normalment no és així.

-La sembra directa és caracteritzada per mantenir en el sòl les restes de les collites anteriors i no treure-les. Els resultats obtinguts potser són deguts a que ara s'estan descomponent aquestes restes. Això no seria tant exagerat en els altres tipus de maneig del sòl perquè ja s'haurien descompost anteriorment.

Es pot veure que pel que fa a la humitat del sòl, els sòls sense fertilització (0KgN/ha) són els que retenen més bé la humitat del sòl. En tenir una humitat més alta, ajuda a que la temperatura sigui més baixa. Un sòl humit és essencial perquè les plantes puguin créixer sense restriccions degudes a l'aigua. Ara bé, la sembra directa també és la que té més aigua al sòl, una altra de les característiques que se li atribueix (Álvaro Fuentes, et al., 2007), (Cantero-Martínez et al, 2010). Una altra vegada tornen a sortir resultats inesperats.

La temperatura del sòl està relacionada també amb l'activitat dels microorganismes. Com més alta és la temperatura, més gasos d'efecte hivernacle poden fixar o alliberar. Aquí els resultats són els esperats perquè tant la sembra directa com les parcel·les amb 400KgN/ha són les que tenen temperatures més elevades i les que més contaminen.

8.1. COM ES PODRIA MILLORAR EL TREBALL?

Veient els resultats i el seu anàlisi, es podrien millorar certs aspectes per si es vol tornar a fer, ja sigui jo mateix o qualsevol altra persona:

Una possible millora que crec que és important és estudiar la taxa fotosintètica depenent del mètode strip till. Amb el tutor es va decidir no estudiar-lo per no posar massa variables en l'experiment però seria interessant poder analitzar els resultats.

En d'altres treballs que he consultat sobre aquest mateix tema, en la major part feien més mesures. A més a més, el nombre de mesures s'intensificava abans i després d'adobar el camp. També aniria bé si es fessin mesures abans de sembrar i durant més etapes en el creixement. Potser si hagués fet més

mesures s'hauria comprovat que els resultats que no quadraven només havien passat en un dia puntual.

Estaria bé intentar fer mesures per saber quins són els microorganismes que viuen al sòl, ja que són aquests els que fixen o alliberen els gasos d'efecte hivernacle. Un seguit d'experiments per intentar aïllar-los en grups i així es podria mesurar la quantitat de microorganismes al sòl.

Quan en aquest treball es parla sobre el que més li interessa al pagès és guanyar diners, s'hauria de fer un anàlisi econòmic per saber del cert quina és la millor opció. Si es fes aquest anàlisi, seria un treball molt complet i interessant.

Finalment, crec que es podria intentar fer el balanç de CO_2 que es fixa per mitjà de la fotosíntesi i el CO_2 que alliberen els sòls. D'aquesta manera podríem saber si en realitat el cultiu està fixant més CO_2 del que està emetent o a l'inrevés. Així mateix, també es podria calcular el nombre de plantes de panís per metre quadrat que es necessitarien per mitigar les emissions de CO_2 del sòl.

9.CONCLUSIONS

Després d'analitzar tots els resultats, es detallen les següents conclusions:

1. La millor quantitat de fertilització nitrogenada és 200KgN/ha perquè les parcel·les amb aquesta quantitat tenen una taxa fotosintètica més elevada. A més a més, també té el potencial d'escalfament global més baix.
2. Pel que fa al maneig del sòl les conclusions no són tan evidents: les plantes produeixen més si estan sembrades amb sembra directa respecte si estan sembrades amb conreu intensiu. Ara bé, les parcel·les amb sembra directa (segons l'estudi realitzat) són les que més gasos d'efecte hivernacle emeten, tot i que en teoria és un mètode que contamina poc.
3. Mirant des del punt de vista del pagès, seria millor plantar el panís amb sembra directa i 200KgN/ha. Si el que es vol és reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle, el mètode més adient seria el conreu intensiu amb 200 KgN/ha.

10.REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

ADC BioScientificLtd. *Integrated fluorometer and gas exchange system: The most automated and accurate combined photosynthesis system for.*

Agricarbon. (sense data). Consultat el 8 / 12 / 2017, a <http://www.agricarbon.eu>

Agroterra. (sense data). Consultat el 30 / 08 / 2017, a <http://www.agroterra.com/foro/foros/agricultura-temas-generales-f2/unidad-de-fertilidad-u-f-t16121.html>

Aigües del segarra garrigues. (sense data). Consultat el 5 / 11 / 2017, a <http://www.aiguessegarragarrigues.cat/ca/content/dades-generals>

Aigües del segarra garrigues. (sense data). Consultat el 5 / 11 / 2017, a <http://www.aiguessegarragarrigues.cat/ca/content/preus-vigents>

Álvaro Fuentes, J., Angás Pueyo, P., Cantero Martínez, C., Cortés Moragraga, C., Gregori Punyet, J., Lampurlanés Castel, J., et al. (2007). *Agricultura de conservació.*

Álvaro Fuentes, J., Plaza Bonilla, D., Arrúe, J., & Cantero Martínez, C. (2013). *Siembra directa y mitigación de gases de efecto invernadero.*

AMBIENTE, M. D. (2007). *INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE ESPAÑA.*

Araujo Alonso, M. (11 / 03 / 2011). *Medwave.* Consultat el 26 / 11 / 2017, a <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Series/mbe01/4933>

Arrúe Ugarte, J. L., Álvaro Fuentes, J., & Cantero Martínez, C. (2013). *La eficiencia energética en la agricultura de conservación frente a la agricultura tradicional.*

Asturnatura. (sense data). Consultat el 23 / 08 / 2017, a <https://www.asturnatura.com/articulos/organulos-energeticos/cloroplasto-funciones.php>

Biblio Guies. (27 / 11 / 2017). Consultat el 29 / 11 / 2017, a <http://biblioguies.udl.cat/citar>

Cambio Climático Global. (sense data). Consultat el 14 / 10 / 2017, a <http://cambioclimaticoglobal.com/que-es-el-calentamiento-global>

Cantero Martínez, C., & Moncunill Geniz, J. (2012). *SISTEMAS AGRICOLAS DE LA PLANA DE LLEIDA: Descripción y evaluación de los sistemas de producción en.*

Cantero-Martínez, C., Moret Fernández, D., & Lampurlanés Castel, J. (2010). *Economía del agua en sistemas de secano mediterráneos.*

Carbonell Bojollo, R. M., & Veroz González, Ó. *Técnicas agrarias sostenibles mitigadoras del cambio climático: La agricultura de conservación.*

Clark, D. (16 / 01 / 2012). *The guardian.* Consultat el 15 / 10 / 2017, a <https://www.theguardian.com/environment/2012/jan/16/greenhouse-gases-remain-air>

Departament de Medi Ambient i Habitatge, G. d. (2000). *CLIMATOLOGIA. L'URGELL.*

Department for Environment, F. &. (31 / 12 / 2014). *GOV.UK.* Consultat el 8 / 12 / 2017, a <https://www.gov.uk/guidance/calculate-the-carbon-dioxide-equivalent-quantity-of-an-f-gas>

Erazo Parga, M., & Cárdenas Romero, R. (2013). *Ecología: Impacto de la problemática ambiental actual sobre la salud y el ambiente.* ECOE EDICIONES.

FAO. (21 / 07 / 2014). Consultat el 12 / 12 / 2017, a <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/238841/>

Forsters, P., & Ramaswamy, V. (2007). *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing.*

Garcia Mòdol, A. (2016). *TREBALL DE RECERCA: PRÀCTIQUES AGRÍCOLES PER LA REDUCCIÓ D'EMISSIONS DE GASOS D'EFFECTE HIVERNACLE A L'ATMOSFERA*.

Heredia Mendoza, E. (sense data). Consultat el 26 / 11 / 2017, a https://www.academia.edu/7716432/DENSIDAD_REAL_APARENTE_Y_POROSIDAD_DEL_SUELO

Hernández Gil, R. (29 / 01 / 2014). *Botanical Book*. Consultat el 21 / 08 / 2017, a <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/fotosintesis/>

Hess, D. (1980). *Fisiología vegetal*.

Institut Nova Història. (15 / 10 / 2013). Consultat el 28 / 08 / 2017, a <https://www.inh.cat/articles/El-blat-de-moro,-America-i-Catalunya>

Jimeno Fernández, A., Ballesteros Vázquez, M., & Rodríguez Rodríguez, S. (2016). *Biología 2n Batxillerat*. Santillana.

Jones G, H. (1992). *Plants and microclimate: A quantitative approach to environmental plant physiology*.

Jové Joana, R. (2017). *TREBALL DE RECERCA: EFECTE DE LES EMISSIONS DELS GHG AL CULTIU DE PANÍS*.

Lobell, D., & Gourdji, S. (2012). *The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity*.

Long, S., Farage, P., & Garcia, R. (1996). *Measurement of leaf and canopy photosynthetic CO₂*.

Loomis, R., & Connor, D. (2002). *Ecología de cultivos: Productividad y manejo en sistemas agrarios*.

Luis Alda, F. (24 / 02 / 2010). *Blogspot*. Consultat el 27 / 08 / 2017, a B.log.ia 2.0: <http://b-log-ia20.blogspot.com.es/2010/02/fotosintesis-i-la-fase-luminosa.html>

millorFer. (2011). *Eficiència del reg del blat de moro. Recomanacions genèriques d'adobat de cobertura*.

millorFer. (2012). *Reg superficial. Consideracions sobre el primer reg. Recomanacions d'adobats de cobertora pel blat de moro.*

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, A. Y. (2017). *INVENTARIO DE EMISIONES DE ESPAÑA EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: INFORME RESUMEN.*

National Geographic. (2010 / 09 / 2010). Consultat el 14 / 10 / 2017, a <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

Patishtán Pérez, J., Rodríguez García, R., Zavala García, F., & Jasso Cantú, D. (2010). *Conductancia estomática y asimilación neta de CO₂ en sábila (Aloe vera Tournefort) bajo sequía.*

Pausitan, K., Six, J., Elliott, E., & Hunt, H. (2000). *Management options for reducing CO₂.*

Perramon Ramos, B. (2014). *El maneig del sòl i la gestió de la fertilització a les nostres explotacions.*

Plaza Bonilla, D., Álvaro Fuentes, J., Arrúe, J. L., & Cantero Martínez, C. *Tillage and nitrogen fertilization effects on nitrous oxide yield-scaled emissions in a rainfed Mediterranean area.*

Pujol Palol, M. (1998). *Cultius herbacis per a indústries agroalimentàries.*

R, L. (2004). *Soil carbon sequestration to mitigate climate change.*

R, L., & J.M., K. (1997). *Conservation tillage for carbon sequestration.*

Riebeek, H. (16 / 06 / 2011). NASA. Consultat el 30 / 10 / 2017, a Earth Observatory: <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/>

Roselló, A., Domingo, F., & González, E. (2012). *POSSIBILITATS DE MILLORA DEL REG DEL BLAT DE MORO.*

Sebastià, M. T., Casals, P., Domínguez, G., Martín, L., & Costa, J. (2005). *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya.*

Sisquella, M., Lloveras, J., Álvaro, J., Santiveri, P., & Cantero, C. (2004). *Técnicas de cultivo para la producción de maíz, trigo y alfalfa en regadíos del valle del Ebro*.

Sisquella, M., Lloveras, J., Santiveri, P., & Cantero, C. (2004). *Técnicas de gestión ambiental en cultivos extensivos de regadío*.

Skeptical Science. (sense data). Consultat el 30 / 10 / 2017, a <https://www.skepticalscience.com/translation.php?a=80&l=4>

Smith, P., & Martino, D. (2007). *Agriculture*.

Tàrrrega TV. (20 / 03 / 2017). Consultat el 5 / 11 / 2017, a <http://www.tarrega.tv/comenca-la-campanya-de-reg-del-canal-durgell-amb-una-reserva-daigua-que-supera-la-mitja-dels-darrers-10-anys/>

Turull Rubinat, M., Pons i Serra, A., Roca Acedo, B., Satorras Fioretti, R. M., & Vallès Elizalde, À. (2017). *GUIA PRÀCTICA PER FER UN BON TREBALL DE RECERCA (TR) A BATXILLERAT*.

Twin Diamond Industries, LLC. (sense data). Consultat el 8 / 12 / 2017, a <http://twindiamondind.com/Products/StripTill.aspx>

WWF. (sense data). Consultat el 12 / 12 / 2017, a <http://www.wwf.org.au/what-we-do/climate/causes-of-global-warming#gs.Xpj4OCk>