



Rotacións forraxeiras ecolóxicas

A produción propia de forraxes cobra especial importancia nas granxas en ecolóxico, debido ao alto custo dos insumos alimentarios utilizados neste tipo de produción. Dado o seu interese, no presente artigo revisamos algúns aspectos relativos a rotacións de cultivos forraxeiros nestes sistemas.

G. Flores-Calvete, S. Pereira-Crespo, J. Valladares
Axencia Galega de Calidade Alimentaria-Centro de
Investigacións Agrarias de Mabegondo (AGACAL-CIAM)

INTRODUCCIÓN

Segundo datos do Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica de Galicia (Craega), no ano 2018 a produción de leite de vacún representou o maior volume de negocio cunha facturación de 26,1 millóns de euros (33 % do conxunto das vendas certificadas), dato que ilustra a especial relevancia da produción ecolóxica de leite de vacún dentro deste sector, en consonancia coa importancia

desta actividade gandeira en Galicia. O leite é, con diferenza, a máis importante das producións ecolóxicas galegas e, ao mesmo tempo, é unha das que máis seguen a medrar ano tras ano. No último ano a produción de leite ecolóxico en Galicia experimentou un incremento importante, pasando de 7 millóns de litros en 2017 (96 granxas) a máis de 12 en 2018 (109 granxas). A provisión de forraxe de calidade para alimentación do gando é un elemento clave dos sistemas de produción, en xeral, e dos sistemas ecolóxicos de forma particular. Ademais dos pastos de prados e pradeiras que proporcionan herba para o seu aproveitamento a den-

te ou como forraxe conservada, a produción doutros cultivos forraxeiros é un elemento chave dos sistemas de produción ecolóxica.

A rotación de cultivos é a compoñente central de todos os sistemas agrícolas sostibles. O aproveitamento da terra para a produción de forraxes de alta calidade na propia explotación é un elemento chave na economía das explotacións leiteiras, toda vez que con prácticas de manexo adecuadas, as forraxes producidas nas explotacións constitúen a fonte de alimentos máis barata para a produción de leite. Un dos principais activos do sector leiteiro galego é a alta capacidade de produción de forraxes que lles confiren as condicións agroclimáticas que posúen as zonas produtoras de leite en Galicia. A produción propia de forraxes aínda ten máis importancia nas granxas de produción ecolóxica, polo alto custo dos insumos alimentarios utilizados neste tipo

de produción. Dado o seu interese, revísanse algúns aspectos relativos a rotacións de cultivos forraxeiros en sistemas ecolóxicos.

BENEFICIOS DA ROTACIÓN DE CULTIVOS

A práctica das rotacións de cultivos remóntase á antigüidade. Na antiga Roma hai máis de 2.000 anos recomendábase a práctica de alternar cereais e leguminosas nunha rotación, incluído o uso das leguminosas como adubo verde. Estas recomendacións seguen hoxe vixentes como unha das bases da produción ecolóxica. É, por tanto, de capital importancia coñecer os beneficios e as dificultades da posta en práctica das rotacións de cultivos.

Unha rotación é unha sucesión planeada de cultivos (cultivo principal ou *cashcrop* e cultivo de cuberta ou *catchcrop*) que manteñen a saúde económica e ambiental da granxa. O balance entre os cultivos que melloran o solo e o cultivo principal require períodos de barbeito para romper o ciclo de malas herbas e incorporar materia orgánica na terra. Os beneficios físicos e biolóxicos da rotación de cultivos descansan en dúas categorías interrelacionadas: a mellora da calidade dos solos e o control de pragas e enfermidades.

A calidade do solo tende a mellorar coa porcentaxe de tempo que a terra está ocupada por pastos de gramíneas e leguminosas e cultivos de cuberta. As leguminosas usadas como fertilizantes verdes proporcionan N para o seguinte cultivo. Moitas leguminosas teñen raíz pivotante profunda que alcanza o subsolo e bombea nutrientes cara aos horizontes superiores. As gramíneas producen un denso sistema de raíces superficiais que segregan substancias que promoven a constitución de agregados estables mellorando a estrutura da terra. Inversamente, os cultivos en liñas tenden a exercer un efecto oposto no solo debido á relativamente baixa densidade de raíces e á presenza de solo espido que está exposto ao impacto dos axentes meteorolóxicos e ao tránsito de maquinaria. A frecuencia de laboreo, o uso de esterco e *compost* e outros fertilizantes modifican

estas observacións xerais. Os cultivos pratenses de gramíneas e leguminosas favorecen o tempero do terreo nos horizontes de laboreo e sementeira, mentres que as leguminosas de raíces profundas melloran a estrutura do subsolo. Neste sentido, a rotación debe incluír mesturas de especies para aumentar a diversidade de formas de actuación sobre a mellora das condicións dos microorganismos e da estrutura do chan.

Por outra parte, o aumento da biodiversidade nos agroecosistemas ocasiona un incremento da súa produtividade e da súa estabilidade, debido ao uso máis eficiente dos recursos dispoñibles e á maior capacidade de amortecemento dos efectos das variacións ambientais. Polo tanto, os agricultores que actualmente usan rotacións máis diversas tamén teñen máis posibilidades de planificar a rotación de cultivos como unha estratexia de adaptación ao cambio climático.

A rotación de cultivos ofrece o método indirecto máis efectivo para minimizar os problemas de enfermidades, pragas e malas herbas, pero non sempre é así. Moitos problemas non poden ser soamente controlados pola rotación, pois un factor chave é a especificidade de pragas e enfermidades cun determinado cultivo. Así mesmo, certos problemas de pragas e enfermidades que atacan a xeneralidade dos cultivos poden persistir no terreo sobre unha ampla variedade de colleitas, polo que é necesario recorrer a medidas de manexo, ademais da rotación de especies. Outro elemento esencial

▶ A ROTACIÓN DE CULTIVOS É O COMPOÑENTE CENTRAL DE TODOS OS SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTIBLES

é a persistencia de determinados elementos de supervivencia de enfermidades (esporos) ou malas herbas (sementes duras) no chan durante elevados períodos de tempo, o que fai difícil a súa eliminación, comparado con aquelas que teñen baixa persistencia e poden ser eliminadas en pouco tempo ao desaparecer a planta hóspede ou as condicións de cultivo favorables.

DESEÑO DA ROTACIÓN

A rotación é a sucesión de diferentes cultivos nunha mesma parcela ao longo do tempo. Deséñase por un certo número de anos e, unha vez acabado o ciclo, vólvese a empezar. A alternancia é a distribución dos cultivos na explotación e é un indicador da diversidade nun momento determinado. A superficie total de cultivo da explotación divídese en follas, en función das parcelas e dos anos da rotación. Teoricamente, cada folla ten unha superficie aproximada ás outras, por ela pasa a rotación completa e é unha unidade fixa ao longo do tempo. O número de anos da rotación debe coincidir co número de follas para ter sempre os mesmos cultivos. A duración da rotación é un aspecto importante: ten que ser dun mínimo de catro anos. Canto ▶▶



Figura 1. Rotación de 6 anos e división do terreo en 6 follas con pradeira (4 anos) e 2 anos de cultivos. O millo é seguido dunha mestura de cereal/leguminosa (triticale + chícharo ou avea + veza) ou gramínea/leguminosa (raigrás + trevos anuais)

	FOLLA 1	FOLLA 2	FOLLA 3	FOLLA 4	FOLLA 5	FOLLA 6
ANO 1	Millo	Pradeira	Pradeira	Pradeira	Pradeira	Sorgo x Pasto de Sudán
ANO 2	Sorgo x Pasto de Sudán	Millo	Pradeira	Pradeira	Pradeira	Pradeira
ANO 3	Pradeira	Sorgo x Pasto de Sudán	Millo	Pradeira	Pradeira	Pradeira
ANO 4	Pradeira	Pradeira	Sorgo x Pasto de Sudán	Millo	Pradeira	Pradeira
ANO 5	Pradeira	Pradeira	Pradeira	Sorgo x Pasto de Sudán	Millo	Pradeira
ANO 6	Pradeira	Pradeira	Pradeira	Pradeira	Sorgo x Pasto de Sudán	Millo

► DÉBESE PROCURAR UTILIZAR VARIEDADES LOCAIS ADAPTADAS ÁS CONDICIÓN EDACLIOLIMÁTICAS DE CADA ZONA, MÁIS RESISTENTES A PRAGAS E A ENFERMIDADES

Figura 2. Rotación forraxeira de 3 follas (millo - soia ou lupinos - trigo) para regadíos de interior ou sequeiros húmidos da zona atlántica de Galicia

	X	F	M	A	M	X	X	A	S	O	N	D
1.º ano	PRADEIRA (Cabeza de rotación)				MILLO FORRAXE						Centeo	
2.º ano	Centeo				SOIA OU LUPINOS GRAN/FORRAXE						TRIGO	
3.º ano	TRIGO							Raigrás híbrido+trevos anuais				
4.º ano	Raigrás híbrido+trevos anuais				MILLO FORRAXE						Centeo	
5.º ano	Centeo				SOIA OU LUPINOS GRAN/FORRAXE						TRIGO	
6.º ano	TRIGO							Raigrás híbrido+trevos anuais				

Figura 3. Rotación forraxeira de 4 follas (sorgo x pasto do Sudán - millo - soia ou lupinos - trigo) para regadíos de interior ou sequeiros húmidos da zona atlántica de Galicia

	X	F	M	A	M	X	X	A	S	O	N	D
1.º ano	Raigrás híbrido+trevos anuais					SORGO x PASTO DO SUDÁN					Avea/Veza	
2.º ano	Avea/Veza					MILLO FORRAXE					Centeo	
3.º ano	Centeo					SOIA OU LUPINOS GRAN/FORRAXE					TRIGO	
4.º ano	TRIGO										Raigrás híbrido+trevos anuais	
5.º ano	Raigrás híbrido+trevos anuais					SORGO x PASTO DO SUDÁN					Avea/Veza	
6.º ano	Avea/Veza					MILLO FORRAXE					Centeo	

máis dure, a superficie total de cultivo da explotación débese dividir en máis follas de cultivo, de menos superficie cada unha.

Na figura 1 esquematízase un exemplo de rotación de 6 follas con 4 anos de pradeira e 2 anos de cultivo, e nas figuras 2 e 3 indícanse dúas rotacións de cultivos de 3 e 4 follas para regadíos da zona interior de Galicia ou para sequeiros húmidos da zona atlántica.

PRINCIPIOS XERAIS DAS ROTACIÓNS DE CULTIVOS

Entre os aspectos máis importantes que se deben ter en conta no deseño

das rotacións de cultivos adaptados á situación de produción ecolóxica, cítanse os seguintes:

- Un cultivo de leguminosas debe preceder a un cultivo con alta demanda de nitróxeno.
- O cultivo de leguminosas debería ocupar o primeiro ano da rotación.
- Un mesmo cultivo non debe ser sementado en anos sucesivos.
- Un cultivo dunha especie non debe ser seguido doutro dunha especie semellante.
- A secuencia de cultivos debe permitir o control de especies adventicias.
- En zonas de pendente deben utilizar-

se períodos prolongados de cultivos permanentes.

- Na rotación débense incluír especies con raíces profundas, alternadas con especies de raíces máis superficiais.
- Son preferibles cultivos que deixen unha significativa cantidade de residuos para incorporar na terra.
- Debe existir un balance entre cultivos principais e cultivos de cuberta.
- Son preferibles as mesturas multiespecíficas e multivarietais a cultivos monofitos.
- Os cultivos de lento desenvolvemento e susceptibles ás malas herbas deben seguir os cultivos de escarda. ►►



Parcela "Lagoa" con sorgo x pasto do Sudán en ecolóxico na Limia (20/6/2019)

- Cando sexa posible, débese procurar utilizar variedades locais adaptadas ás condicións edafoclimáticas de cada zona, máis resistentes a pragas e enfermidades.

O CUIDADO DA MATERIA ORGÁNICA DO SOLO

Os niveis de materia orgánica (MO) na terra oscilan entre menos do 1 % e máis do 10 % en solos minerais das rexións temperadas. Aínda que a MO é unha fracción relativamente menor do solo ten importantes efectos na súa estrutura e fertilidade. Contén o 95 % do nitróxeno (N) e o 40 % do fósforo (P) do solo e baixo as debidas condicións poderá proporcionar todas as necesidades de N e P do cultivo. Estímase que o N total dun solo oscila entre 2.000 e 3.000 kg/ha e o P total entre 100 e 300 kg/ha. Os microorganismos do solo liberan estes nutrientes cando consomen a materia orgánica e, posteriormente, morren.

A velocidade e o alcance destes procesos están afectados pola dispoñibilidade de enerxía (fontes carbonadas) para os microorganismos, a temperatura e humidade, o laboreo, a densidade das poboacións microbianas e a calidade da MO do solo. Unha porcentaxe do 10-20 % da MO, denominada "activa", é facilmente descompuesta polos microorganismos e é a fonte de nutrientes rapidamente dispoñibles para as plantas. O resto da MO é humus, que é máis lentamente degrada-

do pola microbiota do solo e, aínda que non é unha gran fonte primaria de nutrientes dispoñibles, cumpre o papel fundamental de proporcionar a capacidade de cambio de catións, necesaria para reter os nutrientes no solo evitando a súa perda por lixiviación e, por tanto, manter a súa dispoñibilidade para as plantas.

As emendas orgánicas descompóñense a diferentes velocidades, determinando os fluxos de nutrientes dispoñibles para as colleitas. O cociente carbono-nitróxeno (C/N) da emenda, o tipo de solo, as súas temperatura e humidade e o tipo de colleita determinan a velocidade de degradación. Os adubos verdes forman parte da fracción máis activa da MO e descompóñense con rapidez, mentres que os *composts* maduros teñen unha MO máis estable e húmica, de máis lenta degradación, a cal ocorre de forma preferente na rizosfera, ao redor das raíces das plantas. Estas liberan compostos orgánicos (carbohidratos, aminoácidos e vitaminas) no solo, estimulando o crecemento dos microorganismos situados na rizosfera que, á súa vez, degradan a MO e liberan nutrientes á planta. Como consecuencia do uso de cultivos de cuberta, incrementase a MO do chan e a actividade microbiana libera N dispoñible para a planta. Por iso, a integración dos cultivos de cuberta na rotación promove a reciclaxe de nutrientes e a conservación da calidade do solo.

CONTROL DE ENFERMIDADES, PRAGAS E MALAS HERBAS NAS ROTACIÓNS FORRAXEIRAS

Algunhas enfermidades e pragas, pero non todas, poden ser controladas mediante rotacións de cultivos. A súa efectividade aumentará se os cultivos que integran a rotación, ademais de non ser hospedadores dos patóxenos (variedades resistentes), diminúen a súa supervivencia ao producir substancias tóxicas para os patóxenos ou ao estimular organismos beneficiosos no chan que afectan a aqueles. O uso de variedades locais adaptadas ás condicións de medio é unha das principais ferramentas de control. Na táboa 1 resúmense as prácticas máis comúns de manexo nas rotacións ecolóxicas e o seu efecto no control da vexetación espontánea.

PAPEL DAS LEGUMINOSAS NA ROTACIÓN

As leguminosas estarán presentes na rotación, ben como colleita principal (p. ex.: alfalfa) ou ben como cultivo de cuberta-fertilizante verde (p. ex.: veza), sendo este

► O ADUBO VERDE É MÁIS NATURAL E BIOLOXICAMENTE ACTIVO QUE O SOLO DESCUBERTO E, POR TANTO, FAVORECE A REXENERACIÓN DESTA

Táboa 1. Prácticas de manexo e control de malas herbas

Práctica	Efecto
Laboreo antes da sementeira	Elimina as malas herbas en crecemento, dana as raíces e os rizomas de herbas perennes, enterra sementes a profundidades que dificultan a emerxencia, leva sementes á superficie do chan e exponas á luz e ao sol afectando á súa viabilidade.
Laboreo en superficie tras a sementeira	Elimina malas herbas nos estadios iniciais.
Falsa sementeira	Estimula o crecemento de malas herbas tras a preparación do terreo, que poden ser eliminadas antes da sementeira do cultivo principal.
Fertilización orgánica	A liberación lenta de nutrientes favorece o cultivo principal fronte ao rápido crecemento das malas herbas.
Rega por goteo	Dirixe a humidade ao cultivo principal en detrimento das malas herbas.
Cultivo de cuberta, <i>mulch</i>	Evita o crecemento de malas herbas, aumenta a humidade e o tempero do solo, evita lixiviación de nutrientes que son postos a disposición do cultivo seguinte.
Aumento da densidade de sementeira	Aumenta a competencia do cultivo principal coas malas herbas.



Parcela (previamente ocupada por mato baixo) cunha fórmula diversa de pasto plurianual en ecolóxico na Limia (20/6/2019)

un elemento central das rotacións en agricultura ecolóxica por mor da súa capacidade de engadir N ao sistema. A capacidade das bacterias simbióticas (*Rhizobium* spp.) asociadas coas raíces das leguminosas para transformar o N atmosférico (gas N_2) en N dispoñible para as plantas (parte do cal estará dispoñible para as seguintes colleitas) converte estas especies nunha fonte de N esencial nos ecosistemas agrícolas e o elemento esencial das rotacións forraxeiras ecolóxicas. A cantidade de N fixado depende de diversos factores, variando nun amplo rango de entre 50 a 200 kg N/ha e ano.

A inclusión do cultivo de leguminosas tamén implica un efecto positivo sobre a diversidade das zonas agrarias, aumentando a biodiversidade de especies de insectos (non praga), o que contribúe ao mantemento das poboacións de abellas tanto silvestres coma domesticadas e ao incremento tanto o tamaño como a diversidade das poboacións de aves e de bolboretas. Ademais, as especies leguminosas presentan unha boa adaptación ás condicións de cambio climático,

debido a que posúen un óptimo de temperatura maior e mellores respostas ás elevadas concentracións de CO_2 en comparación coas especies gramíneas de zonas temperadas.

COMPETITIVIDADE DOS CULTIVOS

As plantas pódense afectar mutuamente segregando substancias que inhiben a xerminación doutras (alelopatía), ben mediante as exudacións radiculares ou da materia da planta durante a descomposición. O centeo, a cebada, o trigo e a aveia son cereais que teñen propiedades alelopáticas. O grao de competencia entre os distintos tipos de plantas pode facilitar ou dificultar o tratamento das malas herbas nos distintos cultivos. Poderíase utilizar este nivel de competencia como autoprotección das colleitas nos intercultivos. Entre os cereais máis competitivos estaría o centeo e entre os menos, o millo; na figura seguinte indícase grao de facilidade de implantación e dominancia fronte ás malas herbas dos principais cultivos. Na figura 4 amósase o grao de competitividade, neste sentido, de distintos cultivos agrícolas aptos para formar parte das rotacións. ►►

Figura 4. Competitividade de distintas especies de cultivos nas rotacións forraxeiras

Máis competitivos	+
Centeo	
Trigo, cebada de inverno	
Colza de inverno	
Avea	
Cebada e trigo de primavera	
Colza de primavera	
Altramuces, chícharos	
Millo, liño, soia	
Menos competitivos	

► OS CULTIVOS ROTARÁN EN FUNCIÓN DA SÚA CAPACIDADE DE COMPETIR COAS MALAS HERBAS E DOS SEUS REQUISITOS NITROXENADOS

OS ADUBOS VERDES

Son cultivos de especies mellorantes que se incorporan á terra polos seus efectos beneficiosos. O adubo verde é máis natural e bioloxicamente activo que o solo descuberto e, por tanto, favorece a rexeneración deste. A cuberta vexetal no período entre cultivos evita a erosión, compite coas malas herbas, evita a perda de nutrientes por lixiviación e, no caso das leguminosas, mellora a fertilidade a través da fixación do nitróxeno atmosférico. Unha vez incorporados, o seu efecto positivo baséase na actividade dos microorganismos, grazas á enerxía que obteñen a partir da biomasa vexetal, proporcionando un importante valor fertilizante para o cultivo seguinte.

Na rotación, o adubo verde débese incluír, como mínimo, unha ou dúas veces cada catro ou cinco anos, alternan-

do familias diferentes. Unha maneira práctica é intercalalos sempre entre os mesmos dous cultivos e establecelo como sistema habitual. Nas parcelas que están en barbeito tamén é mellor facer un adubo verde que deixar o chan descuberto. Aínda que non é demasiado frecuente, tamén se deberían ter en conta as interaccións con pragas e enfermidades dos cultivos que preceden. A utilización de mesturas de dúas ou máis especies asegura o desenvolvemento e unha mellor cobertura e exploración do solo. Os diferentes tipos de raíces permiten estruturar o chan a diferentes niveis. As plantas con raíces pivotantes descompactan este en profundidade, mentres que outras con raíces máis abertas e fasciculadas poden penetrar mellor nos agregados. Os diferentes portes das plantas permiten a unhas especies actuar de titor

doutras e, dependendo das condicións ambientais de cada ano, hai especies que terán máis facilidade para desenvolverse que outras, asegurando así o éxito da cuberta vexetal.

O sistema radicular ramificado dos cereais de inverno e das gramíneas pratenses é moi eficaz para extraer nitrato do solo, reducindo a súa lixiviación nas épocas de choiva. A incorporación ao chan do cultivo como adubo verde na seguinte primavera permitirá liberar o N retido na colleita, pero a menor velocidade que se se tratase dun cultivo de leguminosas, por mor dunha descomposición máis lenta no primeiro caso. Cando se incorporan ao solo cultivos de gramíneas cun alto cociente C:N (por exemplo, de 30:1) ou superior, o N do terreo queda temporalmente inmovilizado ao ser captado polos microorganismos que descompoñen os residuos ricos en carbono. O atraso da sementeira dun cultivo principal en dúas ou tres semanas tras a incorporación dos restos vexetais (ou algo menos se son de plantas pouco lignificadas, novas e foliáceas) adoita ser suficiente para o retorno do N tomado polos microorganismos ao chan e asegurar a súa dispoñibilidade para a planta.

CABEZA DE ROTACIÓN

A cabeza de rotación contribúe á fase de limpeza, repouso e enriquecemento do solo, así como á mellora da súa estrutura, aireación e capacidade de retención de auga. No sistema de policultivo-gandería, o ideal é utilizar unha pradeira temporal de gramíneas/leguminosas ou de alfalfa para terras profundas e ben drenadas. No sistema



Parcela (previamente ocupada por mato baixo) cunha fórmula diversa de pasto plurianual en ecolóxico na Limia (7/5/2019)

► NON SE DEBE REPETIR
O MESMO CULTIVO NA
MESMA PARCELA EN DOUS
CICLOS SUCEIVOS

cerealista utilizarase unha leguminosa anual ou plurianual e grans proteaxinosos (chícharo, lupino, faba...) ou unha forraxe en mestura cunha gramínea. As leguminosas constituirán 1/3 da rotación en ausencia de pradeira.

O corpo de rotación comeza por un cultivo esixente en N e pouco rústico. No caso de millo gran antes de cereal, os restos deben estar finamente picados para evitar o desenvolvemento de micotoxinas nos grans. En solos superficiais con pouco N, aconséllase implantar unha mestura cereal/leguminosa e en solos profundos poderanse implantar cereais secundarios como cebada, avea ou tritcale.

No final de rotación deberanse implantar cultivos pouco esixentes e con capacidade de limpar as malas herbas (centeo ou avea). O primeiro factor de produción despois da auga é a dispoñibilidade de N. Os cultivos rotarán en función da súa capacidade de competir coas malas herbas e dos seus requirimentos nitroxenados. Non se debe repetir o mesmo cultivo na mesma parcela en dous ciclos sucesivos. Idealmente, o período de “ruptura” entre dous cultivos do mesmo tipo deberá ser dúas veces máis longo que o período de cultivo. Algunhas dicotiledóneas esixen un período

máis longo antes de ser reintroducidas na rotación.

CULTIVOS PARA AS ROTACIÓNS ECOLÓXICAS

Na táboa 2 indícanse as principais características dalgúns cultivos herbáceos utilizados nas rotacións forraxeiras, con indicación das previsións de rendementos, extraccións netas de nutrientes do solo, tolerancia ao frío e competitividade no establecemento, diferenciando os cultivos principais e os cultivos de cuberta.

Igualmente, a descrición das principais características de 15 cultivos de diferentes especies que poden entrar a formar parte das rotacións ecolóxicas están dispoñibles na web do CIAM (<http://ciam.gal/sp/index/?r=descargas.fichascultivos>). Nesta serie de fichas de cultivos procurouse condensar a información obtida en diferentes estudos e experimentos realizados no citado centro, todos eles en sistemas de produción convencional, polo xeral con alto uso de esterco e xurros como adubos orgánicos. ■

Táboa 2. Características dalgúns cultivos herbáceos utilizados nas rotacións

a) Como cultivos principais

Cultivo	Familia	Parte recollida	Rendemento medio kg/ha	Extracción neta (kg/1000 kg de produto)			Tolerancia ao frío	Competitividade malas herbas	Cama de sementeira
				N	P	K			
Cultivos principais									
Millo gran	Gramíneas	Semente	5.600	17	1,7	2,1	Baixa	Moderada	Media
Cebada primavera	Gramíneas	Semente	2.880	18	1,7	2,2	Alta	Moderada	Media
		Follas e talos	1.210	18	1,3	15,4			
Avea	Gramíneas	Semente	3.030	16	1,4	2,1	Alta	Moderada	Media
		Follas e talos	4.020	5	0,8	8,3			
Trigo primavera	Gramíneas	Semente	2.410	25	2,1	2,9	Alta	Moderada	Media
		Follas e talos	2.770	9	0,5	8,3			
Trigo inverno	Gramíneas	Semente	2.410	25	2,1	2,9	Moi alta	Alta	Media
		Follas e talos	3.030	8	0,4	8,3			
Centeo	Gramíneas	Semente	2.500	22	1,3	2,5	Moi alta	Alta	Media
		Follas e talos	1.610	12	1,4	7,8			
Soia	Leguminosas	Semente	2.410	59	6,0	14,0	Baixa	Alta	Media
Alfalfa	Leguminosas	Follas e talos	5.220	25	2,4	19,1	Moi alta	Alta	Fina
Pradeira de gramíneas e leguminosas	Gramíneas e leguminosas	Follas e talos	5.220	21	3,5	18,1	Moi alta	Alta	Fina

Fonte: Mohler e Johnson (2009)

b) Como cultivos de cuberta

Cultivo	Familia	Parte recollida	Captura			Tolerancia ao frío	Competitividade malas herbas	Cama de sementeira
			N	P	K			
Cultivos de cuberta								
Cereais de inverno	Gramíneas	Toda a planta	Alta	Moderada	Moderada	Moi alta	Alta	Media
Cereais de primavera	Gramíneas	Toda a planta	Moderada	Moderada	Moderada	Alta	Moderada	Media
Raigrás anual	Gramíneas	Toda a planta	Moderada	Moderada	Moderada	Moi alta	Moderada	Media
Sorgo-Pasto do Sudán	Gramíneas	Toda a planta	Alta	Moderada	Moderada	Baixa	Alta	Media
Trevo branco	Leguminosas	Toda a planta	Fixa 80-200 kg N/ha	Baixa	Baixa	Moi alta	Moderada	Media
Trevo violeta, T. encarnado	Leguminosas	Toda a planta	Fixa 70-150 kg N/ha	Moderada	moderada	Moi alta	Moderada	Media
Trevo alexandrino	Leguminosas	Toda a planta	Fixa 70-130 kg N/ha	Moderada	Moderada	Baixa	Moderada	Media
Veza villosa	Leguminosas	Toda a planta	Fixa 90-200 kg N/ha	Moderada	Moderada	Moi alta	Moderada	Media
Chícharo	Leguminosas	Toda a planta	Fixa 90-150 kg N/ha	Baixa	Baixa	Alta	Moderada	Media
Colza	Crucíferas	Toda a planta	Alta	Alta	Moderada	Alta	Moderada	Media

Fonte: Mohler e Johnson (2009)

Fichas de cultivos dispoñibles na web do CIAM

- Alfalfa (*Medicago sativa*)
- Altramuz ou lupino (*Lupinus ssp.*)
- Avea común (*Avena sativa*); avea rubia (*Avena byzantina*); avea negra (*Avena strigosa*)
- Cebada forraxeira (*Hordeum hexastichon* [= *Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*])
- Centeo (*Secale cereale*)
- Guisante, chícharo, ervella (*Pisum sativum*)
- Colza (*Brassica napus*)
- Faballón, faba loba (*Vicia faba*)
- Liño (*Linum usitatissimum*)
- Millo (*Zea mays*)
- Sorgo (*Sorghum bicolor*)
- Trigo brando ou panificable (*Triticum aestivum*)
- Triticale (*Triticosecale* sp.)
- Veza sativa (*Vicia sativa*); veza villosa (*Vicia villosa*)
- Xirasol (*Helianthus annuus*)

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

A. A. Hanson, *Practical Handbook of Agricultural Science* (Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, LLC 1990).

Crop Rotation on Organic Farms: A Planning Manual, NRAES 177 Charles L. Mohler and Sue Ellen Johnson, editors Published by NRAES, July 2009. APPENDIX 1 | Characteristics of Crops Commonly Grown in the Northeastern United States.

Cultivos herbáceos en produción ecolóxica. Centro de Formación de la Asociación CAAE Asociación para el Desarrollo Sostenible del Poniente Granadino. 2006. 16 pp. <http://oe.confolio.org/scam/29/resource/126>

Fiche Rotation Grande Culture. https://www.agrobio-bretagne.org/wp-content/uploads/2017/07/FICHE_ROTATION_GRANDE_CULTURE_BD.pdf

Fitxa Técnica PAE nº 22.- La rotación de cultivos y los abonos verdes en horticultura ecológica. Generalitat de Catalunya. 8 pp. <http://pae.gencat.cat/ca/publicacions-materials-referencia/produccions-agricoles/cereals/>

Karlen, D.L., Varvel, G.E., Bullock, D.G., Cruse, R.M. (1994). Crop rotations for the 21st Century. *Advances in Agronomy* 53, 1-45.

Crop Rotation on Organic Farms: A Planning Manual, NRAES 177 Charles L. Mohler and Sue Ellen Johnson, editors Published by NRAES, July 2009. <https://www.sare.org/Learning-Center/Books/Crop-Rotation-on-Organic-Farms>

Soils for Better Crops (2000). Fred Magdoffe Harold van Es.

Vincent-Caboud L., Peigné J. Casagrande M., 2017. Semis direct de cultures de printemps sous couvert végétal roulé en agriculture biologique. Partie2: Retour d'expériences et de discussions entre agriculteurs et chercheurs dans La Drôme. Edition ISARA-Lyon/ITAB. http://www.itab.asso.fr/downloads/com-agro/brochure_sdsc_partie2.pdf

Wijnands F.G. (1999). Crop rotation in organic farming: theory and practice. En: Olesen et al. (eds). DARCOF Report No. 1/1999 Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an International workshop. Danish Research Centre for Organic Farming. Foulum . DK-8830 Tjele.