



Nafarroako Unibertsitate Publikoa
**NEKAZARITZA INGENIARIEN
GOI ESKOLA TEKNIKOA**



Universidad Pública de Navarra
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

**COLZA, MANEJO Y EVALUACIÓN VARIETAL EN LA REGIÓN
MESOCLIMÁTICA ALAVESA**
Proyecto: PLUSOLEO

Autor: Igor Imaz
Directora: Dr. Amaia Ortiz Barredo

2012, Iraila / Septiembre, 2012

RESUMEN

La perspectiva de un futuro energético insostenible, ligado a una dependencia energética en combustibles, en fertilizantes de origen fósiles, a lo que hay que añadir la dependencia en proteína para la alimentación animal (que actualmente se basa en la proteína vegetal de soja tras la crisis de Encefalopatía Espongiforme Bovina), la trazabilidad de estos, los OGM y la necesidad de una alternativa de rotación ante la pérdida de rendimientos de cosecha y pérdida de materia orgánica en los suelos, crean la necesidad de buscar cultivos alternativos que mitiguen estas problemáticas. En este contexto el cultivo de la colza (*Brassica napus*) se presenta como un cultivo con gran potencialidad. Este trabajo forma parte del proyecto PLUSOLEO¹, en el que se analiza el cultivo de la colza desde diversos enfoques. Por una parte se estudiará desde el punto de vista agronómico, ensayando la implantación de diferentes variedades, fechas de siembra, laboreos presiembra y se observarán y afrontarán los posibles problemas del cultivo para un mejor rendimiento dentro de la región mesoclimática de Álava. Por otro lado se estudiará el aceite, procedente del prensado del grano de colza, para combustible. Se estudiará su utilización en una flota de vehículos utilizando mezclas de aceite de colza y gasoleo al 10, 30, 50 y 100%. Se tomarán datos de rendimiento, problemas en depósitos, filtros e inyectores en colaboración con un taller mecánico. Finalmente, y como ultimo parámetro de la investigación, se analizarán las diferentes tortas obtenidas de la extracción, su contenido en proteína, materia grasa y se testará en un rebaño experimental características de apetecibilidad, digestibilidad y producción en carne y leche.

En este Trabajo de Investigación se ha estudiado el plano agronómico, primer pilar del proyecto PLUSOLEO, dotando de materia prima a los otros módulos de alimentación animal y automoción. Para ello se ha evaluado agronómicamente diferentes variedades que ofrecen las casas de semillas y que están dentro de la red GENVCE, para comprobar las variedades más adaptadas y productivas, así como la influencia de la fecha de siembra y tipo de laboreo en siembra, del cultivo de colza en Álava.

Los resultados obtenidos confirman a Nk Aviator, como el tipo varietal con mejor rendimiento. Así como, la constatación de que la fecha de siembra de principios de septiembre y la siembra directa, son el manejo optimo en este cultivo para la región mesoclimática alavesa.

¹El proyecto PLUSOLEO ha sido financiado por la convocatoria EUSKADI + 2009, dirigido por NEIKER-Tecnalia.

INDICE

1. Antecedentes	4
2. Objetivos	8
3. Materiales y métodos	9
3.1. Evaluación varietal de la colza	9
3.1.1. Variedades evaluadas	10
3.1.2. Diseño de ensayo	11
3.1.3. Manejo del cultivo	12
3.1.4. Parámetros de control varietal	12
3.1.4.1. Fecha de siembra	
3.1.4.2. Implantación	
3.1.4.3. Inicio de floración	
3.1.4.4. Seguimiento sanitario del cultivo	
3.1.4.5. Producción	
3.1.5. Análisis estadísticos	13
3.2. Ensayo de fecha de siembra y laboreo	13
3.2.1. Material vegetal	14
3.2.2. Diseño de ensayo	14
3.2.3. Manejo del cultivo	14
3.2.4. Parámetros de control del manejo	14
3.2.4.1. Fecha de siembra	
3.2.4.2. Implantación	
3.2.4.3. Inicio de floración	
3.2.4.4. Seguimiento sanitario del cultivo	
3.2.4.5. Producción	
3.2.5. Análisis estadísticos	16
3.3. Análisis mesoclimático y adecuación del cultivo de colza	16

4. Resultados y Discusión	17
4.1. Resultados de tipos varietales de colza	17
4.2. Resultados de fechas de siembra y laboreo de presiembra	18
4.3. Resultados mesoclimáticos	26
5. Conclusiones	32
6. Futuras perspectivas	33
7. Bibliografía	34

1.ANTECEDENTES

El siglo XXI se presenta ante el reto de afrontar un nuevo modelo energético donde se busca desarrollar fuentes alternativas de energía, en remplazo de las energías fósiles no renovables. El cambio de modelo energético está dirigido hacia la diversificación de las fuentes de energía, un mayor desarrollo y eficiencia de las energías renovables y un ahorro energético. Estas nuevas alternativas están consideradas como fuentes de energía inagotable y en gran medida como energías limpias. Ante este nuevo desafío, la Cumbre Europea de Marzo del 2007 acordó establecer dos objetivos vinculantes:

1- El 20% del consumo total de energía de la UE en el 2020, debería provenir de las energías renovables.

2- En todos los estados miembros, el 10% de los combustibles (gasóleo y gasolina) consumidos en automoción en el 2020 (la Directiva 2003/30/CE relativa al fomento del uso de biocarburantes fijó como objetivo obligatorio, el 5,83% en 2010), deberían ser biocombustibles (Consejo de la Unión Europea, 2007).

En esta línea, desde el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco dio un impulso a la producción agrícola integral (Decreto 259/2003). Se propusieron sistemas sostenibles para el aprovechamiento del aceite¹ de oleaginosas como combustible de vehículos, permitiendo diversificar las producciones de los agricultores y favoreciendo el que las explotaciones fueran autosuficientes energéticamente, además de incorporar a la rotación estos cultivos, frente al monocultivo de cereal que se da en algunas zonas de la CAPV (Ortiz *et al.* 2008). En este mismo contexto en el 2011 se puso en marcha el “Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020”², con el objetivo de conseguir la mayor implantación posible de un sistema productor de biodiesel y difundir públicamente las ventajas técnicas, socioeconómicas y medioambientales de la utilización de biodiesel con marca de calidad.

¹ El aceite de colza esta considerado como biocombustible y para autoconsumo esta libre de impuestos según las Leyes 38/1998 de hidrocarburos y 53/2002.

² Basado en la directiva 2006/32/CE.

Las oleaginosas son aquellas plantas que presentan una riqueza apreciable en aceites en algunas estructuras u órganos. Generalmente se trata de los frutos o semillas, en donde la acumulación de aceite tiene como función proporcionar al embrión un alto aporte de energía de una forma muy concentrada, para su crecimiento inicial. Los aceites y grasas de estos cultivos son una fuente de energía, y como tales se han utilizado desde la antigüedad, básicamente para la iluminación, pero también para la obtención de calor; este uso como combustible está retomando nuevo impulso en la actualidad, en particular para la locomoción (biocombustibles). Además, las sustancias grasas se emplean como materia prima en una gran variedad de procesos industriales y para la obtención de una amplia gama de productos diferentes sectores, desde la cosmética hasta las pinturas y barnices, pasando por lubricantes, coadyuvantes y la síntesis química de muy diferentes sustancias (Mateo, 2005).

Actualmente en España, el girasol es el cultivo oleaginoso predominante desde mediados de los 70, siendo la superficie cultivada superior a 500.000 has en los últimos 35 años (Velasco *et al*, 2006). A pesar de ello, no deja de tener ciertas carencias, ya que se trata de un cultivo de ciclo corto, susceptible al frío y con problemas de enfermedades y de almacenamiento, sobre todo, los años lluviosos (Mahieu, 2008). Todo ello nos da como resultado, un cultivo de bajo rendimiento y eficiencia bioenergética (Smith, 2007).

Por ello y teniendo en cuenta la demanda de aceites vegetales para la producción de biodiesel, es necesario buscar otras alternativas entre las distintas oleaginosas. Entre ellas, está la colza, la carinata, el sinapis, la camelina, el cártamo, el ricino y la jatrofa (Velasco *et al*, 2006). De todas ellas, la colza se presenta como la mejor alternativa, ya que el resto se encuentran en fase de experimentación, teniendo que superar ciertas barreras, como la baja producción de aceite, el alto contenido en ácido linolénico, glucosilinos en grano, adaptación climática etc. A todo ello, hay que sumar, los mejores rendimientos productivos de la colza en grano, en torta y en aceite por hectárea con respecto al girasol (Mahieu, 2008).

La colza es una especie oleaginosa proveniente de Europa y Asia. Originalmente fue una maleza que a partir del mejoramiento genético se fue transformando, primero para la utilización de su aceite en la industria y posteriormente para alimentación animal y humana. Su mayor demanda se produjo durante la segunda guerra mundial para ser utilizado en la industria naval. Esto determinó la expansión del cultivo en países como Canadá (Oplinger *et al*, 1989). En España, el cultivo se inició

a finales de los años 60, en Andalucía, y a partir de ahí se expandió, hasta el síndrome del aceite de colza (1981), que desprestigió el cultivo. En la década de los 90 tuvo un repunte y la máxima superficie cultivada se alcanzó en 1996, con 97.500 hectáreas (Mateo,2005). A partir de ahí, los bajos rendimientos, los problemas derivados de los glucosinolatos y el ácido erúxico redujeron su cultivo. El caso alavés es semejante, ya que tuvo un máximo de 210 hectáreas en 1996, a un rendimiento de 1276 kg/ha, reduciendo la superficie a menos de 50 hectáreas en los años posteriores (Fuente: Departamento Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, 2012).

Actualmente vuelve a tener un repunte como aceite vegetal para consumo humano, pienso para animales en forma de torta con excelentes resultados en ácido grasos insaturados (García, 2011), así como biodiesel para automóviles, calderas, tractores (Dieringer *et al*, 2011).. o lubricante (Oplinger *et al*, 1989). De los granos se extrae el aceite y con los residuos se obtienen tortas para alimentación animal de gran contenido proteico mediante el prensado en frío. Gracias a la mejora genética que ha supuesto, además de una mejora de producción, la mejora de la dehiscencia de las silicuas, el contenido en aceite, la resistencia a enfermedades y plagas, la modificación de los ácidos grasos (supresión del ácido erúxico¹ y los glucosilatos²), obteniendo las variedades llamadas canola o colzas doble cero³. Dentro de estas variedades encontramos los siguientes tipos varietales:

- **Variedad clásica o línea:** Son las variedades tradicionales, que funcionan en autofecundación. Su potencial productivo va quedando superado normalmente por las nuevas variedades híbridas.

- **Variedad híbrida:**

- **Asociación CHL:** Mezcla de un híbrido sin polen con una variedad clásica que actúa de polinizador.
- **Híbrido mixto 3 vías:** Híbrido donde la mitad de las plantas no tienen polen y la otra mitad sí.
- **Híbrido restaurado:** Híbridos que producen polen y pueden autofecundarse (Goñi, 2009).

¹ El ácido erúxico es una grasa monoinsaturada que provoca retrasos en el crecimiento y modificaciones en el corazón, glándulas suprarrenales e hígado.

² Los glucosinolatos, son metabolitos secundarios de las plantas de los que se derivan los aceites de colza al ser hidrolizados por las enzimas myrosinasas. Al hidrolizarse dan lugar a productos tóxicos goitrogénicos (es decir antitiroideos) e inhibidores del crecimiento, por ello en la industria de fabricación de piensos es considerado como un agente antinutritivo.

³ En 1974, el Dr. Baldur Stefansson, fitogenetista de la Universidad de Manitoba, desarrolló la primera variedad de colza “doble cero” que reducía tanto el ácido erúxico como los niveles de glucosinolatos.

Según la fecha de siembra podemos encontrar dos tipos de variedades

- Colza de invierno:

Son variedades que necesitan en su ciclo vegetativo, un periodo de vernalización (menos de 10°C durante al menos 40 días), y después un periodo de días largos. Posee cierta resistencia al frío. Son las variedades que se siembran en Álava.

- Colza de primavera :

Son variedades que no necesitan vernalización, pero que requieren días largos y son muy sensibles al frío.

A nivel fisiológico, la colza (*Brassica napus*), es un cultivo anual de una altura de 1,5 a 1,8 metros, con una raíz profunda y pivotante, un tallo ramificado y hojas sin pilosidades. Las hojas inferiores son pecioladas pero las superiores lanceoladas y enteras. La inflorescencia es de pequeñas flores amarillas (Guerrero,1999) que se agrupan en racimos terminales. Los frutos son silicuas que contienen entre 20 y 25 granos ricos en aceite.

El ciclo biológico de colza tiene tres fases:

- **Fase vegetativa:** Sembrada en otoño, la colza de invierno tiene una germinación epigea emergiendo dos cotiledones al exterior. Después se van formando una veintena de hojas en forma de roseta antes de la entrada del invierno. Paralelamente a la formación de esta roseta, se desarrolla un sistema radicular pivotante y la planta acumula reservas que después serán utilizadas a la hora de la tallificación, ramificación y maduración.
- **Fase reproductiva:** Al final del invierno la colza se va alargando mostrando botones florales en lo alto del tallo. La floración se desarrolla escalonadamente durante cuatro o seis semanas.
- **Fase de maduración:** La formación de silicuas es rápida. La maduración del grano se da a las seis o siete semanas de la fecundación.

Con una producción de 2,5 a 3,5 tn/ha, destaca su alto contenido en aceite, que llega hasta casi 50% y el alto valor proteico y contenido en grasa de la torta, 27,5% y 23,1% respectivamente (García, 2011). Soporta bien la sequía, en cambio tolera mal el encharcamiento. Así las necesidades hídricas del cultivo son de entre 500 y 800mm y en cuanto a las necesidades térmicas sufre con temperaturas

inferiores a 0°C, aunque una vez alcanzado el estado de roseta (6-8 hojas) puede aguantar temperaturas de hasta menos de 10°C (Mateo, 2005).

La colza tiene ventajas agronómicas y productivas ya que se trata de un cultivo mejorante en las producciones en rotación (Goñi, 2009), tiene capacidad de biofumigación (Alonso, 2012; Olivier *et al*, 1999) en *Solanum tuberosum* (Boydston, 1995; Mojtahedi *et al*, 1993; Kierkegaard, 1988), en *Capsicum annuum* (Zofio, 2011), restablece lo sustraído en P y K (Fuente: CETION), su raíz pivotante mejora la estructura, diversifica las épocas de trabajo, evita la lixiviación del nitrógeno (Aizpurua *et al*, 2008), de especial interés, en una zona como la llanada alavesa, que está considerada como zona de vulneración por nitratos etc.

En definitiva, nos encontramos con un cultivo, que se presenta como una buena alternativa, tanto desde el punto de vista agronómico, como energético. Cuenta con ciertas complicaciones o barreras técnicas como la mala implantación, problemas de plagas (Gu *et al*, 2007), o sensibilidades a bajas temperaturas, para lo que es necesario encontrar las variedades adecuadas para cada región agroclimática, así como adecuar el manejo del cultivo para obtener una cosecha óptima.

2.OBJETIVOS

El objetivo primordial de este trabajo reside en la evaluación agroclimática del cultivo de colza, para obtener cosecha óptima de la que se obtenga aceites biocombustibles y coproductos para alimentación animal.

Para ello se han evaluado, las variedades mejor adaptadas agroclimáticamente a Álava, en cuanto a la implantación, floración y principalmente producción. Para lo que habrá que evaluar la influencia de las diferentes prácticas agronómicas (fechas de siembra, laboreo, etc.) a la vez que las condiciones mesoclimáticas, en cuanto a pluviometría y temperaturas en la fase de implantación, roseta y floración.

3.MATERIAL Y METODOS

Las variedades de colza utilizadas en el ensayo de variedades (2008-2009 y 2009-2010), son las que se ensayaron dentro de la Red GENVCE (Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España). En función del tipo de material vegetal se separan en dos grupos. Por una parte estarían las variedades líneas, que se siembran a una densidad de 90 semillas/m², equivalentes aproximadamente a 5 kg/ha y por otra parte estarían las variedades híbridas que se siembran a una densidad de 60 semillas/m², equivalentes aproximadamente a 3 kg/ha.

Para el ensayo de fechas de siembra y laboreo (2009-2010), se utilizó la variedad híbrida NK Aviator, al ser esta, la que mejores características agronómicas presentaba. Los ensayos se realizaron en las fincas de ensayo, del Campus Agroalimentario de Arkaute de Neiker-Tecnalia, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, cuyos análisis de suelo, nos hablan de un suelo de textura franco-arcillosa-arenoso (42% arena, 25% limo y 31% arcilla) a una altitud de 520m. A lo largo de las dos campañas se efectuó el registro de una serie de parámetros agronómicos: fechas de siembras, implantación, floración, seguimiento fitosanitario del cultivo y final producción que se detallan en los siguientes apartados.

3.1. Evaluación varietal de la colza

A lo largo de los tres años de cultivo, se realizaron dos ensayos de variedades en dos campañas (2008-2009, y 2009-2010).. En cada uno de estos ensayos se evaluaron las diferentes variedades mediante un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones. El manejo de los ensayos fue similar a lo largo de las dos campañas.

3.1.1. Variedades evaluadas

Las variedades evaluadas en la campaña 2008-2009:

Tabla 1: Variedades de colza ensayadas durante la campaña 2008-2009.

COLZA DE OTOÑO 2008-2009	
Variedades línea	Variedades híbridas
ADRIANA	ARAMIS
ALPAGA	CHAMPLAIN
BELUGA	ES ALIAS
CALIFORNIUM	ES ARTIST
CANTI CS	ES SAPHIR
COMPAKT	EXCALIBUR
FORZA	HORNET
NK GRACE	HYCOLOR
GRIZZLY	NK AVIATOR
JETIX	NK OCTANS
KATABATIC	NK PETROL
LIPRIMA	PR46W10
NK BRAVOUR	TOCCATA
NK PASSION	TRIPTI CS
RECITAL (T)	
SATORI	
SUN	
TOMMY	

T (Variedad testigo)

En total fueron evaluadas 32 variedades de las cuales 17 eran líneas y 14 híbridas, teniendo a la línea de la variedad Recital como testigo.

Las variedades evaluadas en la campaña 2009-2010 :

Tabla 2: Variedades de colza ensayadas durante la campaña 2009-2010

COLZA DE OTOÑO 2009-2010	
Variedades línea	Variedades híbridas
ALIZEO	ARAMIS
AZUR	CHAMPLAIN
BELUGA	ES ALIAS
COMPAKT	ES NEPTUNE
IWAN	EXCALIBUR
KAPTI CS	FRICOLA
KATABATIC	NK AVIATOR
MICKEY	NK CARAVEL
MONICA	NK PETROL
NK DIAMOND	PR46W14
NK JETIX	TRIPTI CS
NK MOLTEN	
NK PASION	
SESAME	
TOMMY	

En la campaña 2009-2010 fueron evaluadas 26 variedades de las cuales 15 eran líneas y 11 híbridas.

3.1.2. Diseño de ensayo

La siembra en los ensayos de variedades, se realizó con una densidad de 3,5 kg ha⁻¹, 40 cm de separación entre líneas, y 1 cm de profundidad, el 23 y 25 de septiembre en el 2008-2009 y el 2009-2010 respectivamente. Para ello se utilizaron parcelas elementales de 1.5x15 metros, sembradas con sembradora experimental (1,5m ancho de siembra) y cosechadas, con cosechadora experimental de 1,2m de corte (se desechará 0,15m de cada lado para descartar el efecto borde). El cultivo precedente en la campaña 2008-2009 fue Ray-Grass y en la 2009-2010 fue barbecho.

3.1.3. Manejo del cultivo

El control de malas hierbas se efectuó mediante la aplicación de herbicida de preemergencia, de 2,5 l/ha Trifluralina 48% y 4 l/ha de 10% Cycloxydim en postemergencia. Se efectuaron abonados a razón de 350 kg /ha de 15-15-15 en fondo, 300 kg/ha de nitrato amónico (27%) en cobertera (febrero), y 100 kg /ha de sulfato amónico (21% N, 60% SO₃) en cobertera (febrero).

3.1.4. Parámetros de control varietal

Los parámetros controlados fueron la fecha de siembra, la implantación, el inicio de floración y se efectuó un seguimiento sanitario del cultivo, además de medir la producción final. Todos estos parámetros se describen a continuación.

3.1.4.1. Fecha de siembra

Se efectuó un laboreo convencional con pase de grada rotativa en tempero y se esperó a las previsiones de precipitación para efectuar la siembra en el mes de septiembre en las dos campañas estudiadas.

3.1.4.2. Implantación

El momento de realizar el control de la implantación fue en el estado de 3-4 hojas mediante observación visual de las parcelas de ensayo asignando un valor de escala de 1 a 5, donde 1 es nascencia irregular, con rodales o líneas sin planta; 2 fallos de nascencia importantes. La parcela se queda con poca planta pero bien repartida; 3 algunos fallos de nascencia que no comprometen la producción del cultivo; 4 nascencia e implantación buenas; 5 nascencia e implantación muy buenas, destacando en el conjunto del ensayo.

3.1.4.3. Inicio de floración

El momento de realizar la evaluación sería en el estadio F1 o 61 de la escala BBCH (Weber *et al.*, 1990; Lancashire *et al.*, 1991; Uwe, 2001), fecha en la que al menos el 10% de la parcela se encuentra con flores abiertas.

3.1.4.4. Seguimiento sanitario del cultivo

Se controló la presencia de limacos (*Deroceras reticulatum*), pulguilla (*Phyllotreta sp* y *Podagrica sp*) y pulgón (*Psylliodes chrysocephala* y *Psylliodes Napi*) en la fase de implantación y de meliguetes (*Meligethes aeneus* y el *Meligethes viridescens*), esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*), alternaria (*Alternaria brassicae*), oidio (*Erysiphe polygoni*), gorgojo (*Ceuthorrynchus piciparis* y *Ceuthorrynchus napi*), cecidomia (*Dasyneura brassicae*) y pulgón (*Brevicoryne brassicae*) a partir de la floración..

3.1.4.5. Producción

El rendimiento de la producción se mide en kg /ha. La cosecha se realiza con el grano maduro y seco y tras el pesaje de cada parcela, se mide la humedad con un humedímetro y los datos de producción se expresan en kg/ha al 9% de humedad.

3.1.5. Análisis estadísticos

Se calculó la media de producción y el error estándar. Además se realizó un análisis de varianza de las variedades, además de hacer una separación de medias. Utilizando para ello los programas Excel y el paquete estadístico R (Ugarte, 2008).

3.2. Ensayo de fecha de siembra y laboreo

A lo largo de la campaña 2009-2010 se realizó un ensayo de fechas de siembra en siembra directa y otro en un sistema de siembra convencional. En cada uno de estos ensayos se evaluaron cuatro fechas de siembra (principios de septiembre, mediados de septiembre, principios de octubre y mediados de octubre) mediante un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

A partir de la formación de las silicuas, se produjeron pérdidas significativas de producción como consecuencia de la actividad alimenticia de aves y las pérdidas fueron muy significativas en todos los bloques, de manera que los resultados obtenidos fueron muy bajos a nivel productivo en todas

las parcelas. Todo ello motivó el agrupamiento de los resultados de los bloques de ensayo sacando un promedio de ellos.

3.2.1. Material vegetal

La variedad utilizada en este ensayo fue NK Aviator. Una variedad híbrida, con muy buenos resultados productivos obtenidos en los ensayos de variedades en la campaña 2008-2009.

3.2.2. Diseño de ensayo

La siembra tanto en convencional como en siembra directa se realizó con una densidad de 3,5 kg/ha, 50 cm de separación entre líneas, y 1 cm de profundidad. Para ello se utilizaron dos sembradoras, una convencional y otra de siembra directa neumática. El tamaño de las parcelas elementales cosechadas fue de 15,6 m². El cultivo precedente en ambos casos fue cebada de primavera.

3.2.3. Manejo del cultivo

El control de malas hierbas se efectuó mediante la aplicación de herbicida de preemergencia, de 2,5 l/ha Trifluralina 48% y la aplicación de 2,5 l/ha metazacloro y 4 l/ha de 10% Cycloxydim en postemergencia. Se efectuaron abonados a razón de 350 kg/ha de 15-15-15 en fondo, 300 kg/ha de nitrato amónico (27%) en cobertera (febrero), y 100 kg/ha de sulfato amónico (21% N, 60% SO₃) en cobertera (febrero). En el año 2009 se detectó la presencia de limacos una vez realizada la segunda siembra (a mediados de septiembre). Se realizó un tratamiento vermífida (Metaldehído) a razón de 8 kg/ha que permitió controlar la plaga.

3.2.4. Parámetros de control del manejo

En este ensayo se efectuaron diferentes fechas de siembra, se evaluó la implantación, el inicio de floración y se efectuó un seguimiento sanitario del cultivo, además de medir la producción final. Todos estos parámetros se describen a continuación.

3.2.4.1. Fecha de siembra

Se efectuaron 4 fechas de siembra diferentes a realizar la primera semana de septiembre (3 de septiembre), la tercera semana de septiembre (17 de septiembre), primera semana de octubre (1 de octubre) y tercera semana de octubre (15 de octubre) (Fig.1).

SEPTIEMBRE							
L	M	M	J	V	S	D	
	1	2	3	4	5	6	1ª Sep
7	8	9	10	11	12	13	
14	15	16	17	18	19	20	3ª Sep
21	22	23	24	25	26	27	
28	29	30					

OCTUBRE							
L	M	M	J	V	S	D	
			1	2	3	4	1ª Oct
5	6	7	8	9	10	11	
12	13	14	15	16	17	18	3ª Oct
19	20	21	22	23	24	25	
26	27	28	29	30	31		

Figura 1: Calendario de fechas de siembra. Donde las letras L, M, M, J, V, S, D corresponden a lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo. Sep corresponde a septiembre y oct a octubre.

3.2.4.2. Implantación

El momento de realizar el control de la implantación fue en el estado de 3-4 hojas (B4 o 19 BBCH) mediante observación visual de las parcelas de ensayo asignando un valor de escala de 1 a 5, donde

- 1 - Es nascencia irregular, con rodales o líneas sin planta.
- 2 - Fallos de nascencia importantes. La parcela se queda con poca planta pero bien repartida.
- 3 - Algunos fallos de nascencia que no comprometen la producción del cultivo.
- 4 - Nascencia e implantación buenas.
- 5 - Nascencia e implantación muy buenas, destacando en el conjunto del ensayo.

3.2.4.3. Inicio de floración

El momento de realizar la evaluación sería en el estadio F1 o 61 de la escala BBCH (Weber und Bleiholder, 1990; Lancashire et al., 1991; Uwe, 2001), fecha en la que al menos el 10% de la parcela se encuentra con flores abiertas.

3.2.4.4. Seguimiento sanitario del cultivo

Se controló la presencia de limacos (*Deroceras reticulatum*), pulguilla (*Phyllotreta sp* y *Podagrica sp*) y pulgón (*Psylliodes chrysocephala* y *Psylliodes Napi*) en la fase de implantación y de meliguetes (*Meligethes aeneus* y el *Meligethes viridescens*), esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*), alternaria (*Alternaria brassicae*), oidio (*Erysiphe polygoni*), gorgojo (*Ceuthorrynchus piciparis* y *Ceuthorrynchus napi*), cecidomia (*Dasyneura brassicae*) y pulgón (*Brevicoryne brassicae*) a partir de la floración.

3.2.4.5. Producción

El rendimiento de la producción se mide en kg /ha. La cosecha se realiza con el grano maduro y seco y tras el pesaje de cada parcela, se mide la humedad con un humedímetro y los datos de producción se expresan en kg/ha al 9% de humedad.

3.2.5. Análisis estadísticos

Se calculó la media de producción, se hizo la exploración gráfica de los datos para comprobar la homogeneidad y normalidad de los datos y se realizó análisis de varianza de los factores de fecha de siembra y laboreo, mostrándolos gráficamente. Utilizando para ello los programas Excel y el paquete estadístico R (Ugarte, 2008).

3.3. Análisis mesoclimático y adecuación del cultivo de colza

Con objeto de valorar la adaptación climática del cultivo de colza, se tomó como referencia los datos meteorológicos registrados los últimos 50 años y los registrados durante las campañas 2008-2009 y 2009-2010. Los datos fueron extraídos de Euskalmet (Agencia Vasca de Meteorología). La evaluación fue valorada, teniendo en cuenta los registros agronómicos de colza durante los ensayos realizados en este trabajo.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados de tipos varietales de colza

Los resultados (Tabla 3) de la campaña 2008- 2009, podemos deducir tres cosas, por una parte que hay diferencias entre las diferentes variedades, por otra parte que los datos de implantación y floración no condicionan la producción, ya que observamos que no hay diferencias en implantación, ya que todas están entorno al 3 y en floración, no hay más de ocho días de diferencia entre las diferentes variedades y finalmente que hay una diferencia de producción entre las variedades línea y las variedades híbridas, presentando estas últimas índices productivos de 114% frente a los 89% de las líneas.

Observando gráficamente (Grafica 1), vemos que las diferencias pueden ser significativas, con lo que efectuamos un análisis de varianza y una diferenciación de medias (Tabla 3). Claramente hay diferencias entre variedades, y con la diferenciación de medias, observamos que entre las doce más productivas, no tienen diferencias significativas entre sí y que todas están por encima de los 3000kg/ha de producción (Tabla 3). Otro dato interesante es que hay tres variedades que obtienen producciones entorno a los 4000kg/ ha, que son Toccata, Nk Aviator y Excalibur. Este dato concuerda que los datos publicados por la Red GENVCE, para la campaña 2008-2009.

Otro resultado obtenido del análisis de varianzas, es el hecho de ver que hay diferencias significativas entre los diferentes bloques de ensayo. Efectivamente, el bloque I , tiene diferencias de rendimiento con respecto a los otros tres bloques. Esto se debe a que tuvo más problemas de nascencia debido al apelmazamiento del suelo y quedo más expuesto a los ataques de los pájaros tras el llenado de silicuas, ya que se encontraba en el borde de la finca.

Tabla 3: Resultados de producción, implantación y floración de variedades de la campaña 2008-2009

VARIEDAD	PRODUCCION ^a	INDICE PRODUCTIVO % ^b	IMPLANTACION ^c	FLORACION ^d	GRUPO DE MEDIAS ^e
TOCCATA	4127	139	3,00	96	a
NK AVIATOR	4041	136	2,50	104	ab
EXCALIBUR	3945	133	2,75	96	abc
TRIPTI	3763	126	2,50	98	abcd
HYCOLOR	3610	121	3,25	96	abcde
ARAMIS	3589	121	3,00	104	abcde
SUN	3582	120	3,00	98	abcde
GRACE	3550	119	3,00	96	abcde
FORZA	3513	118	3,00	104	abcdef
HORNET	3438	115	2,75	98	abcdefg
ES SAPHIR	3420	115	3,00	96	abcdefg
NK BRAVOUR	3289	110	3,00	96	abcdefgh
PR46W10	3161	106	3,00	94	bcdefghi
CHAMPLAIN	3145	106	2,50	104	cdefghi
NK PETROL	3051	102	2,50	98	defghi
NK OCTANS	2959	99	3,00	96	defghij
NK PASSION	2926	98	3,25	96	defghij
BELUGA	2923	98	3,00	96	defghij
ES ALIAS	2770	93	3,25	98	efghijk
GRIZZLI	2734	92	3,00	104	efghijk
ES ARTIST	2648	89	2,75	98	fghijk
RECITAL	2595	87	2,50	96	ghijk
ALPAGA	2593	87	3,25	96	ghijk
CALIFORNIUM	2545	86	2,75	96	ghijk
TOMMY	2515	84	2,75	96	hijk
CATABATIC	2482	83	3,00	96	hijkl
ADRIANA	2417	81	2,75	98	hijkl
SATORI	2378	80	2,50	96	ijkl
CANTI CS	2107	71	3,00	104	jkl
JETIX	1954	66	2,75	96	kl
LIPRIMA	1890	63	2,50	96	kl
COMPAKT	1588	53	2,50	96	l
HIBRIDOS	3405	114			
LINEAS	2643	89			

^a Producción en kg/Ha.

^b Índice de producción en base al promedio.

^c Valoración de implantación de una escala del 1 al 5.

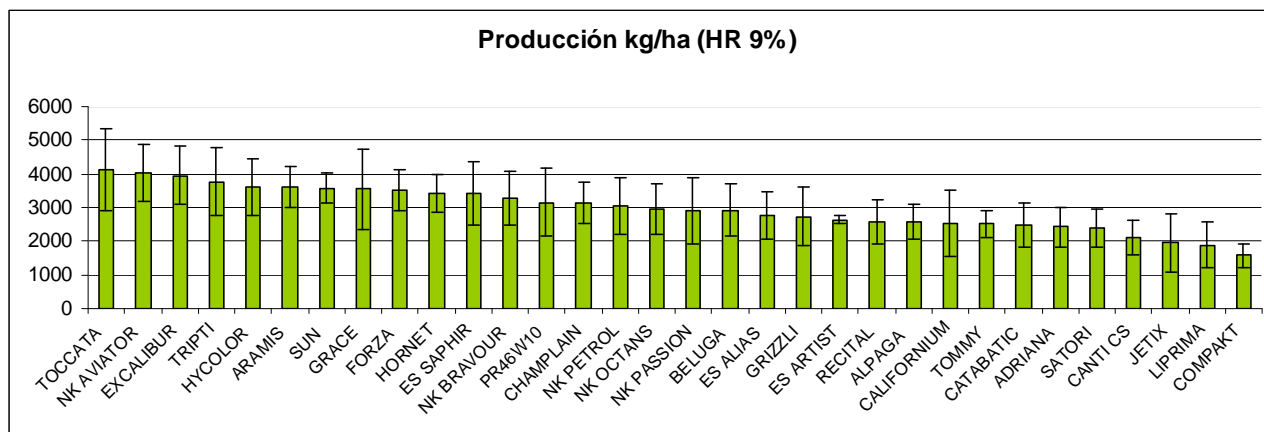
^d Floración en días pasados, desde principios de años.

^e Las variedades con la misma letra, no tienen diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre si.

ANALISIS DE VARIANZA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
BLOQUE	1	17628869	17628869	43.4873	2.394e-09 ***
VARIEDAD	31	52322653	1687828	4.1636	4.477e-08 ***
Residuales	95	38511066	405380		

Codigos de significación: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Grafica 1: Resultados de producción de variedades de la campaña 2008-2009.

En cuanto a las variedades ensayadas en la campaña 2009-2010, los resultados (Tabla 4) nos demuestran que hay diferencias significativas entre las diferentes variedades. En esta campaña los datos de implantación son muy buenos, esto estaría justificado por las precipitaciones acumuladas en el mes de septiembre (Gráfica 5). En cuanto a la floración, observamos que hay una diferencia máxima de 11 días entre variedades. En todo caso no hay ninguna variedad que sea excesivamente temprana, o excesivamente tardía en floración y es un dato independiente de la producción.

El análisis de varianza de la producción obtenida, desvela diferencias significativas entre variedades. Entre las once más productivas no hay diferencias significativas entre sí y es de destacar, que todas están entorno de los 4000kg/ha de producción (Tabla 4).

Nuevamente hay dos variedades que obtienen muy buenos resultados (Tabla 4), que son NK Aviator y Excalibur. Por segunda campaña consecutiva obtienen rendimientos entorno a los 4000kg/ha. De estas dos, NK Aviator es la que mejores resultados ha obtenido (Tabla 3, Tabal 4). Otras variedades con resultados interesantes son Aramis y Tripti, ya que en las dos campañas han tenido rendimientos buenos, aunque sea con rendimientos más discreto que las dos variedades anteriormente mencionadas. Otro caso especial sería el de la variedad Jetix, que aunque este campaña haya obtenido buenos resultados rozando los 4000 kg/ ha (Tabla 4), en la anterior no llego a los 2000 kg/ha de promedio (Tabla 3). A tenor de los datos publicados por la Red GENVCE, nos confirman la baja estabilidad genotípica Jetix, que explicaría la variabilidad productiva de esta. Igualmente nos presenta a Excalibur, Nk Aviator como variedades genotípicamente estable, tal y como se ha constatado en nuestros ensayos.

Nuevamente, los datos obtenidos en esta campaña, coinciden *a grosso modo* con los resultados publicados por la Red GENVCE para la campaña 2009-2010.

Tras el resultado obtenido del análisis de varianzas, esta vez vemos que no hay diferencias significativas entre los diferentes bloques de ensayo. El hecho de que no haya habido fallos en ningún bloque, puede ser una de las razones por las que esta campaña los promedios de producción sean más altos.

Tabla 4: Resultados de producción, implantación y floración de variedades de la campaña 2009-2010

VARIEDAD	PRODUCCION ^a	INDICE PRODUCTIVO % ^b	IMPLANTACION ^c	FLORACION ^d	GRUPO DE MEDIAS ^e
NK AVIATOR	5042	130	3,50	106	a
EXCALIBUR	4952	128	3,00	96	ab
ES NEPTUNE	4759	123	3,25	96	ab
CHAMPLAIN	4727	122	3,50	103	abc
JETIX	4574	118	3,25	96	abcd
ES ALIAS	4533	117	3,00	98	abcd
MONICA	4469	116	4,00	101	abcd
ARAMIS	4389	113	3,75	101	abcde
TRIPTI CS	4341	112	4,75	98	abcde
NK DIAMOND	4264	110	3,50	96	abcdef
ALIZEO	4254	110	4,00	104	abcdef
NK CARAVEL	4206	109	3,75	101	bcdef
CAPTI CS	4187	108	3,25	105	bcdef
AZUR	3908	101	3,25	96	cdefg
NK PETROL	3897	101	3,00	101	cdefg
BELUGA	3892	101	3,75	96	defg
IWAN	3846	99	3,75	96	defg
COMPAKT	3604	93	4,25	98	efg
KATABATIC	3437	89	3,00	98	fg
NK PASSION	3275	85	3,75	95	gh
PR46W14	3189	82	3,75	99	gh
SESAME	3120	81	3,75	101	gh
NK MOLTEN	3078	80	3,50	98	gh
TOMMY	2542	66	3,50	95	hi
MICKEY	2093	54	3,25	95	i
FRICOLA	2003	52	3,00	101	i
HIBRIDOS	4185	108			
LINEAS	3636	94			

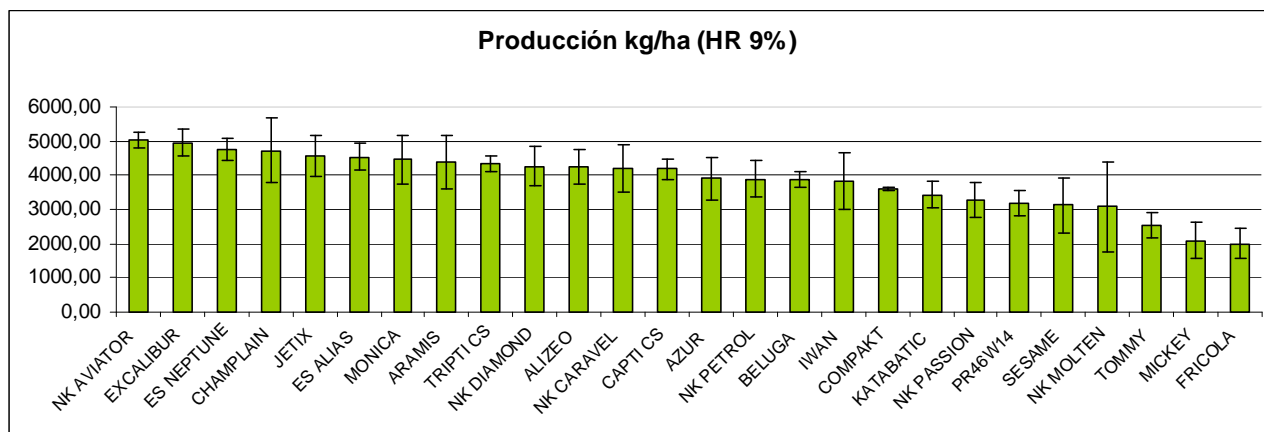
^a Producción en kg/Ha.

^b Índice de producción en base al promedio.

^c Valoración de implantación de una escala del 1 al 5.

^d Floración en días pasados, desde principios de años.

^e Las variedades con la misma letra, no tienen diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre si.



Grafica 2: Resultados de producción de variedades de la campaña 2009-2010.

ANALISIS DE VARIANZAS SEGÚN RENDIMIENTOS DE VARIEDADES

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
BLOQUE	1	116924	116924	0.4456	0.5064
VARIEDAD	25	51198192	2047928	7.8046	1.309e-12 ***
Residuales	77	20204912	262401		

4.2. Resultados de fechas de siembra y laboreo de presembrado

En la última fase del ensayo de la campaña 2009-2010, se produjeron pérdidas significativas de producción como consecuencia de la actividad alimenticia de aves situadas en las proximidades del mismo. Este hecho unido a los ataques de limacos (*Deroceas reticulatum*) en la fase de implantación, el aislamiento y la falta de una masa que protegiera el ensayo, hacen que los datos de producción de este ensayo, difieran de los datos obtenidos esa misma campaña en el ensayo de variedades (Tabla 4), por la variedad NK Aviator. Así, mientras en el ensayo de variedades NK Aviator nos daba una media de 5042 kg/ha, en el ensayo de fechas y laboreo obtuvimos 3164kg/ha en el mejor de los casos.

De los resultados (Tabla 5) se desprende que las dos primeras fechas de siembra (siembras de septiembre) presentan valores productivos mayores que las dos últimas (siembras de octubre), lo cual se visualiza en la Gráfica 3.

En cuanto a la implantación se ven diferencias entre las siembras de septiembre y octubre. Parece que las siembras de octubre tienen mejor implantación, esto se debe a dos motivos que tienen una causa común. El mes de septiembre fue seco hasta el 18 de septiembre (Gráfica 5), esto originó dos

cosas, la primera que las dos siembras de septiembre, se efectuaron en un suelo donde hubo precipitación escasa (5 litros el 16 de septiembre, Gráfica 5), y la segunda que tras las alta precipitación del 18 de septiembre (49 litros, Gráfica 5) se acumulo mucha humedad que junto a las altas temperaturas que se dieron entre los días 20 septiembre y 10 de octubre (Gráfica 7) propicio un ambiente ideal para la proliferación de *Deroceas reticulatum*, lo que trajo como consecuencia una peor implantación por mala nascencia y posterior ataque de limacos en los ensayos de fechas de siembra de septiembre, hecho el cual se incremento en los ensayos de siembra directa, ya que los residuos de cosecha y la falta de laboreo, propiciaron un entorno ideal para *Deroceas reticulatum*.

Otro dato a destacar es el de la floración. Entre las diferentes fechas de siembra hay un intervalo de 14 días. Este intervalo se reflejo en la floración aunque disminuyendo la diferencia. Así entre la primera fecha de siembra y la segunda hubo 14 días por 3 de floración, con respecto a la tercera fecha de siembra hubo 28 por 14 de floración y con la última fecha de siembra 42 por 19 en floración (Tabla 5). Esto significa que la fecha de siembra repercute en la posterior fecha floración, dato a considerar ya que el adelantar en exceso la fecha de siembra de variedades de floración temprana, podría ocasionar perdidas por heladas. La poca diferencia en fecha de floración que hay entre la 1ª fecha y 2ª fecha de siembra se puede entender por la nula pluviometría (Gráfica 5) entre las dos fechas, lo que provoco que prácticamente emergieran a la vez tras las primeras lluvias, con lo que la fecha de floración solo varió en tres días. Por el contrario, la reducción de diferencia de fecha de floración con respecto a la 3ª y 4ª fecha de siembra, se debería, a que según avanza la primavera, los grados de temperatura acumulados por día son mayores, lo que nos llevaría a una más rápida inducción floral.

Tabla 5: Resultados de producción, implantación y floración de las diferentes fechas de siembra y laboreos.

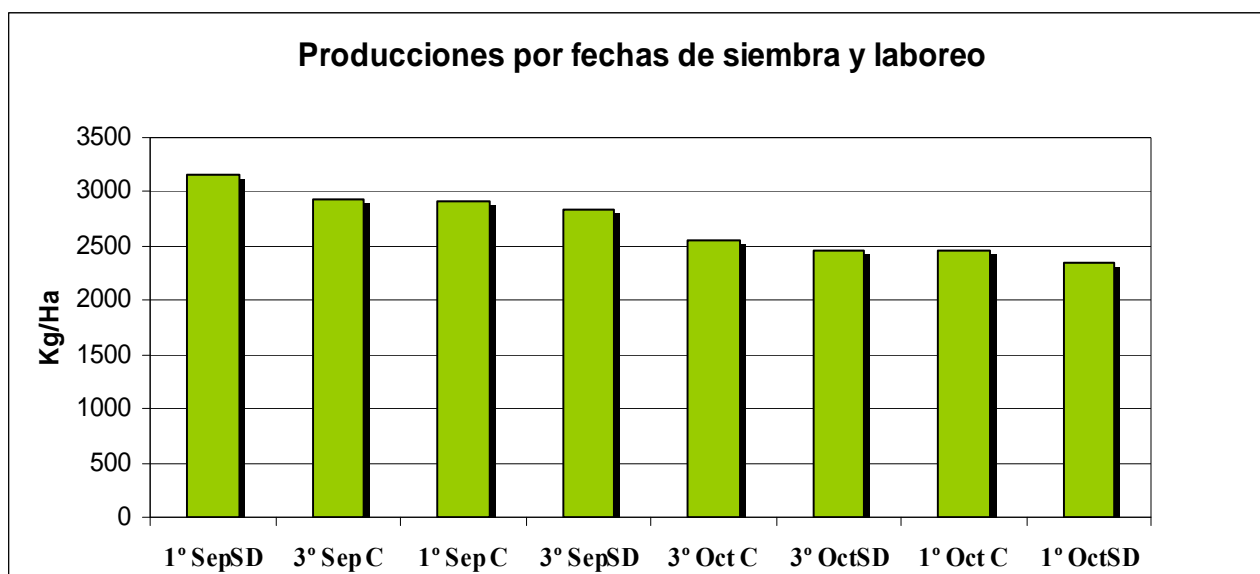
FECHA Y LABOREO ^a	PRODUCCION ^b	IMPLANTACION ^c	FLORACION ^d
1º Sep SD	3164	2,8	91
3º Sep C	2938	3,0	94
1º Sep C	2906	4,0	91
3º Sep SD	2836	2,7	94
3º Oct C	2556	4,0	110
3º Oct SD	2467	3,3	110
1º Oct C	2463	3,4	105
1º Oct SD	2342	3,6	105

^a Donde 1º, 3º es primera y tercera semana, Sep es septiembre, Oct es octubre, SD es Siembra directa y C es Convencional.

^b Producción en kg/Ha.

^c Valoración de implantación de una escala del 1 al 5.

^d Floración en días pasados, desde principios de años.



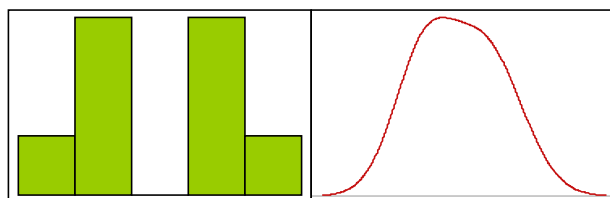
Grafica 3: Resultados de producción de las diferentes fechas de siembra y laboreos. Donde 1°, 3° es primera y tercera semana, Sep es septiembre, Oct es octubre, SD es Siembra directa y C es Convencional.

En todo caso, es posible extraer dos ideas: las siembras a lo largo de la primera quincena de septiembre parecen más adecuadas; y la siembra directa parece más ventajosa que la convencional en el caso de las siembras de septiembre y la convencional en octubre.

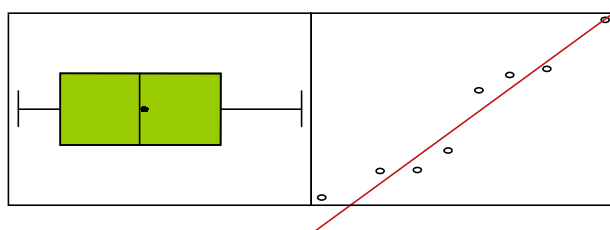
Desde un punto de vista estadístico, analizamos previamente si los datos tienen una distribución normal y homogénea, debido a los problemas de rendimiento que hemos encontrado, mediante un análisis de exploración de datos, y después se analizará la varianza y se visualizará gráficamente, para ver si hay diferencias estadísticas significativas y si hay interacción de los factores.

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS

HISTOGRAMA DE PRODUCCION DENSIDAD DE PRODUCCION



BOXPLOT DE PRODUCCION Q-Q PLOT DE PRODUCCION



Produccion

Size (n)	Missing	Minimum	1st Qu	Mean	Median	TrMean	3rd Qu
8	0.000	2342	2464	2709	2696	2709	2930
Max.	Stdev.	Var.	SE Mean	I.Q.R.	Range	Kurtosis	Skewness
3164	290.709	84511.714	102.781	466.000	822.000	-1.720	0.172

SW p-val

0.484

Figura 4: Análisis exploratorio de los datos de producción de diferentes fechas de siembra y laboreos.

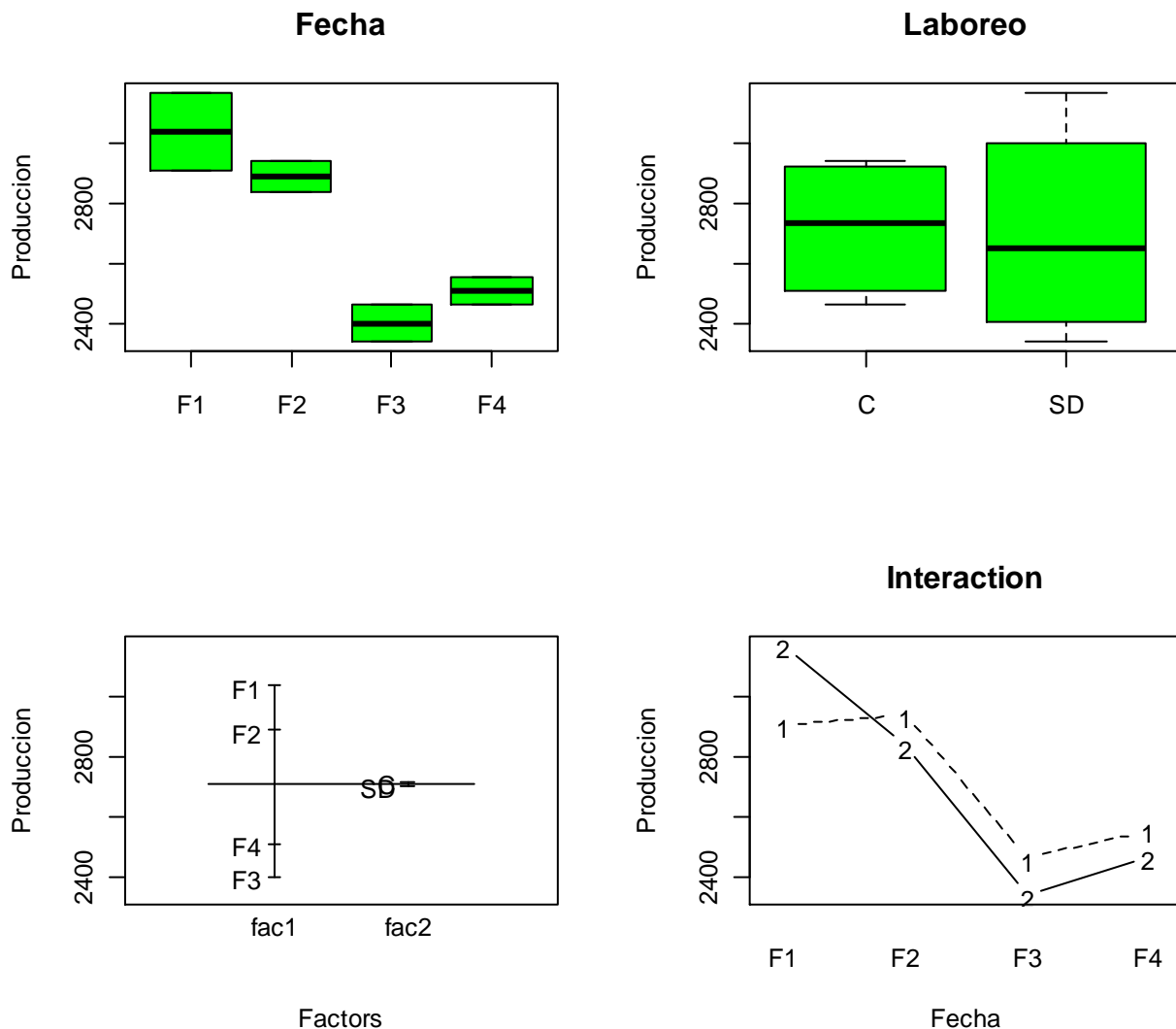
De los datos y gráficas de la Figura 4, podemos extraer que la distribución de los datos es normal y también que hay diferencias entre ellos. Para ver esas diferencias, plantearemos una hipótesis de contraste donde analizaremos si hay diferencias significativas entre las producciones y cual es la afección de los diferentes factores (fecha de siembra y laboreo presiembra)

Hipótesis nula $H_0: \mu =$

Hipótesis alternativa $H_1: \mu \neq$

El modelo estadístico para este caso, es un diseño factorial con dos factores.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$



	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Fecha	3	541817	180606	10.9678	0.03996 *
Laboreo	1	364	364	0.0221	0.89117
Residuales	3	49401	16467		

Codigos de significación: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 5: Exploración gráfica y análisis de varianza de los factores de fecha de siembra y laboreo. F1, F2, F3, y F4 corresponden a las diferentes fechas y en orden cronológico. SD es siembra directa y C convencional.

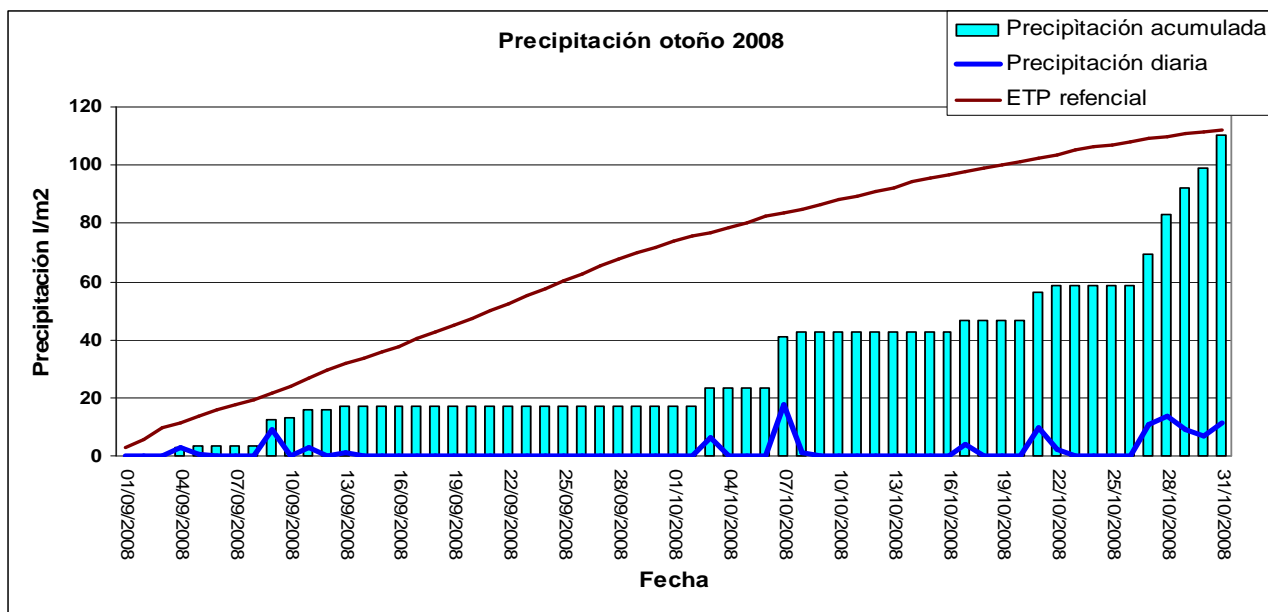
De la Figura 5 podemos comprobar que existe una diferencia debida a un factor, no habiendo interacción entre ellos y siendo el factor de la fecha de siembra determinante. Con lo que queda comprobado gráfica y estadísticamente, que las siembras a lo largo de la primera quincena de

septiembre parecen más adecuadas y podemos presumir que la siembra directa parece más ventajosa que la convencional en el caso de las siembras de septiembre y la convencional en octubre.

4.3. Resultados mesoclimáticos

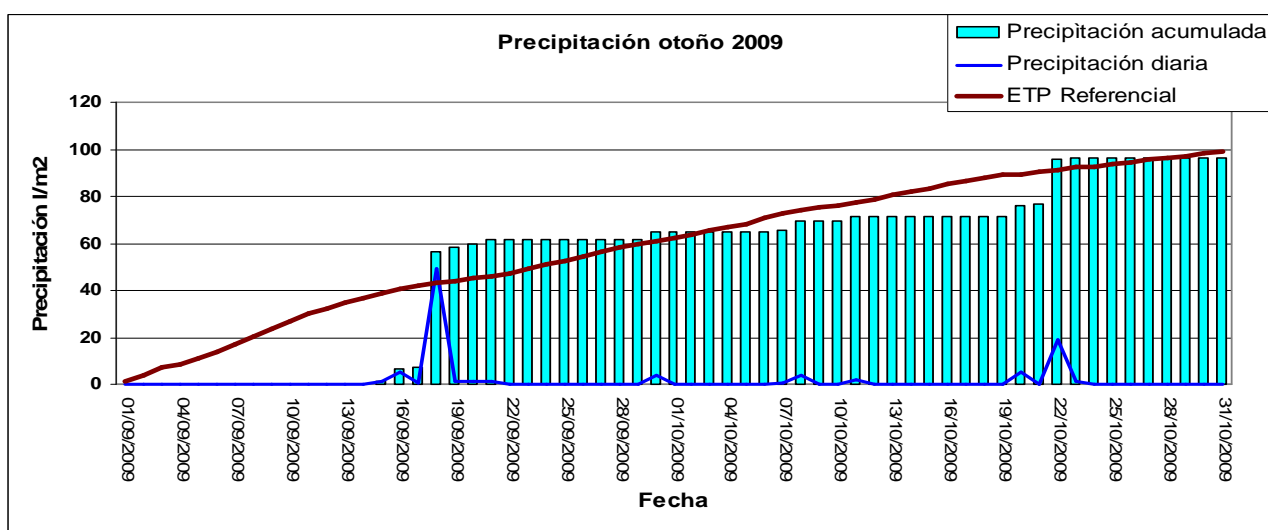
La siembra y producción de la colza viene condicionada por 3 factores de origen meteorológico: la precipitación registrada en los 30-45 días posteriores a la siembra, la llegada de las primeras heladas y la última helada o primaveral. Para que la colza se implante, es necesario que se acumule una precipitación mínima de 10-20 mm (Landeras *et al*, Comunicación personal), para asegurar una cierta humedad en el suelo durante un periodo más o menos prolongado tras la siembra. Si se producen precipitaciones con posterioridad a la siembra el cultivo emergerá. A partir de este momento un periodo seco prolongado puede comprometer el éxito de la implantación, ya que el estrés hídrico severo puede ser letal para las plántulas. Un retraso en la implantación del cultivo puede resultar comprometedor, puesto que la planta puede verse afectada por las primeras heladas otoñales con temperaturas inferiores a los cero grados en las fases de desarrollo iniciales (menos de 6 a 8 hojas). La llegada al estado de roseta (6-8 hojas) resulta primordial para asegurar la viabilidad del cultivo puesto que en estado de roseta la planta es capaz de soportar hasta 15 grados bajo cero y de esta manera superar los rigores térmicos invernales sin problemas. El estado de roseta, lo alcanza entre los 30 y 45 días después de la siembra. Las últimas heladas primaverales podrían comprometer la producción, ya que podría coger de pleno la floración, con el consiguiente aborto de las flores y pérdidas de producción de silicuas.

Del análisis pluviométrico (Gráfica 4), se puede observar que en la campaña 2008-2009 la acumulación de precipitación fue inferior a la ETP referencial. Así y teniendo en cuenta que en la campaña 2008-2009 se sembró el 23 de septiembre, observamos que desde el 11 de septiembre no hubo precipitación, condición que se mantuvo hasta 11 días postsiembra. Esta condición de aparente sequía, podría explicar la mala implantación de la campaña 2008-2009 (Tabla 3), con respecto a la campaña 2009-2010 (Tabla 4).



Gráfica 4: Precipitación diaria, precipitación acumulada y evapotranspiración referencial desde 01/09/08 hasta el 31/10/8.

En la campaña 2009-2010, la siembra se efectuó el 25 de septiembre, fecha en la cual ya había más de 60 litros acumulados, siendo la precipitación acumulada superior a la ETP referencial y las precipitaciones fueron constantes durante todo el mes de septiembre y octubre. Con lo que la precipitación no condiciona la implantación en ninguna de las siembras del ensayo de variedades. Este exceso de humedad explicaría los ataques de *Deroceas reticulatum* que se produjeron a finales de septiembre, en el ensayo de fechas de siembra y laboreo presiembra, en la campaña 2009-2010, siendo las parcelas de septiembre en siembra directa, las más perjudicadas.



Gráfica 5: Precipitación diaria, precipitación acumulada y evapotranspiración referencial desde 01/09/09 hasta el 31/10/09.

Atendiendo los datos históricos (Figura 6), es a partir de la tercera semana de septiembre, cuando la probabilidad de que se acumulen más de 10 mm desde el 1 de septiembre es superior al 75 %. Es decir, las siembras de 2ª o 3ª semana de septiembre, parecen más adecuadas bajo este punto de vista. Sin embargo el riesgo de las siembras de principios de septiembre, está relacionado con posibles periodos de sequía que pudieran verificarse tras la emergencia del cultivo.

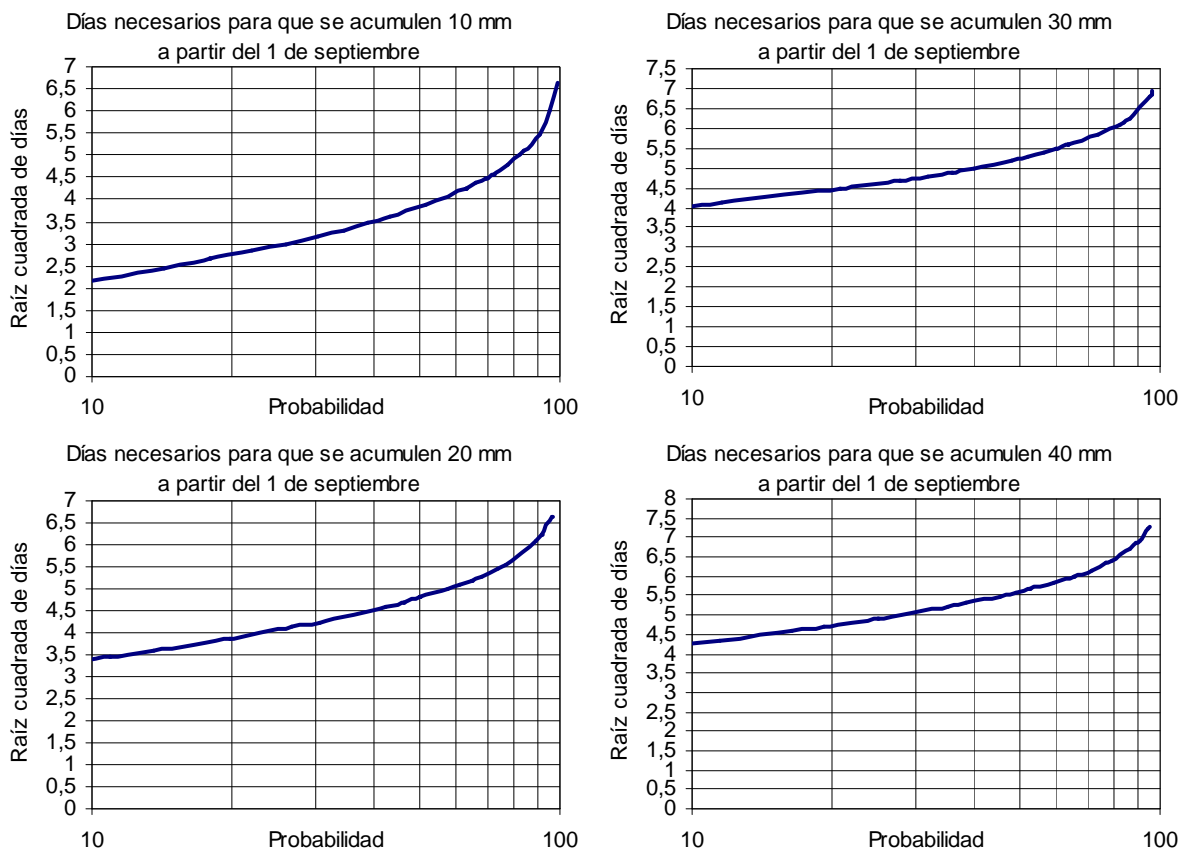


Figura 6: Días necesarios para que se acumulen diferentes volúmenes de precipitación a partir del 1 de septiembre (elaborado a partir de series de precipitación de más de 50 años de Arkaute). Fuente: Proyecto AGRONOMI. Neiker

En cuanto a la posibilidad de que temperaturas inferiores a 0 °C que puedan dañar el cultivo en el periodo de implantación, observamos (Gráfica 6 y Gráfica 7) que en la campaña 2008-2009 y teniendo en cuenta que se sembró el 23 de septiembre (se alcanza el estado de roseta entre el 23 de octubre y el 7 de noviembre), hay un riesgo de que las heladas perjudiquen la implantación. Así observamos que casi se llegan a los -3 °C antes de la formación de roseta en casos de implantación tardía. Analizando los valores de temperatura para la campaña 2009-2010 se puede constatar cómo la primera helada se produjo a mediados de octubre. Observamos que las plantas sembradas en el

ensayo de variedades y las sembradas a principios de octubre, recién emergidas, padecen la helada. En cambio las plantas del ensayo de fechas de siembra, sembradas a principios y mediados de septiembre superan mejor estas inclemencias.

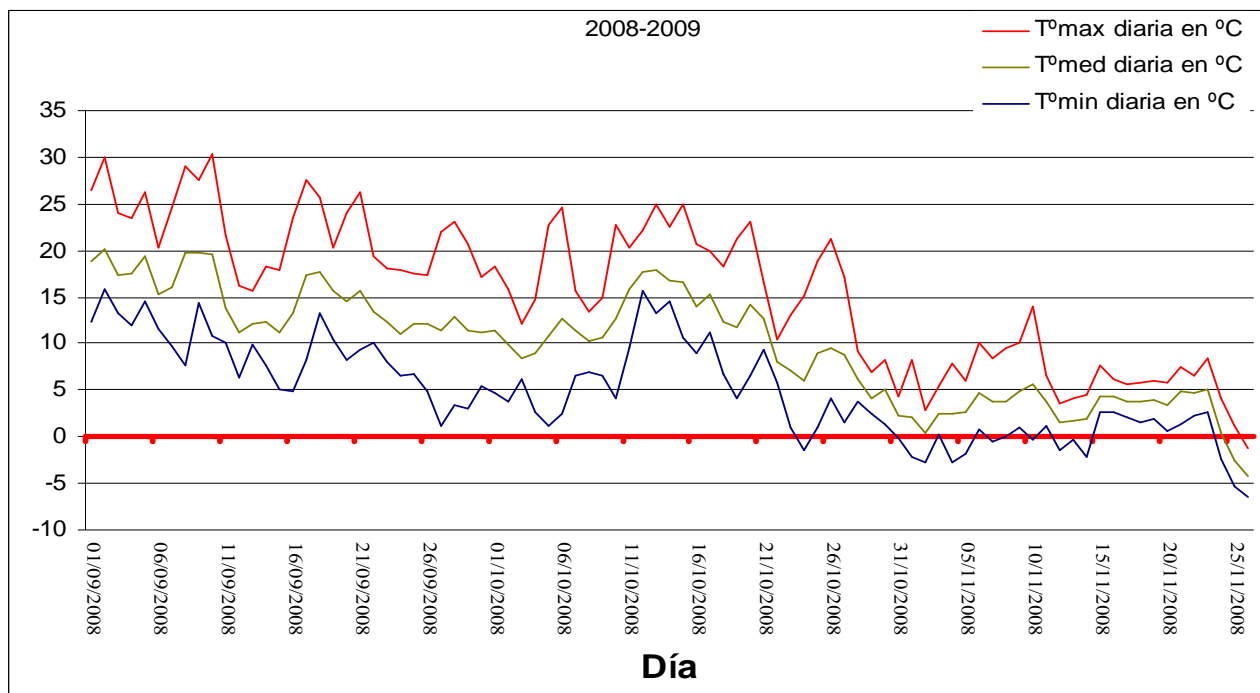


Gráfico 6: Temperaturas máximas, medias y mínimas diarias del 01/09/2008 al 24/11/2008 en Arkaute (Alava).

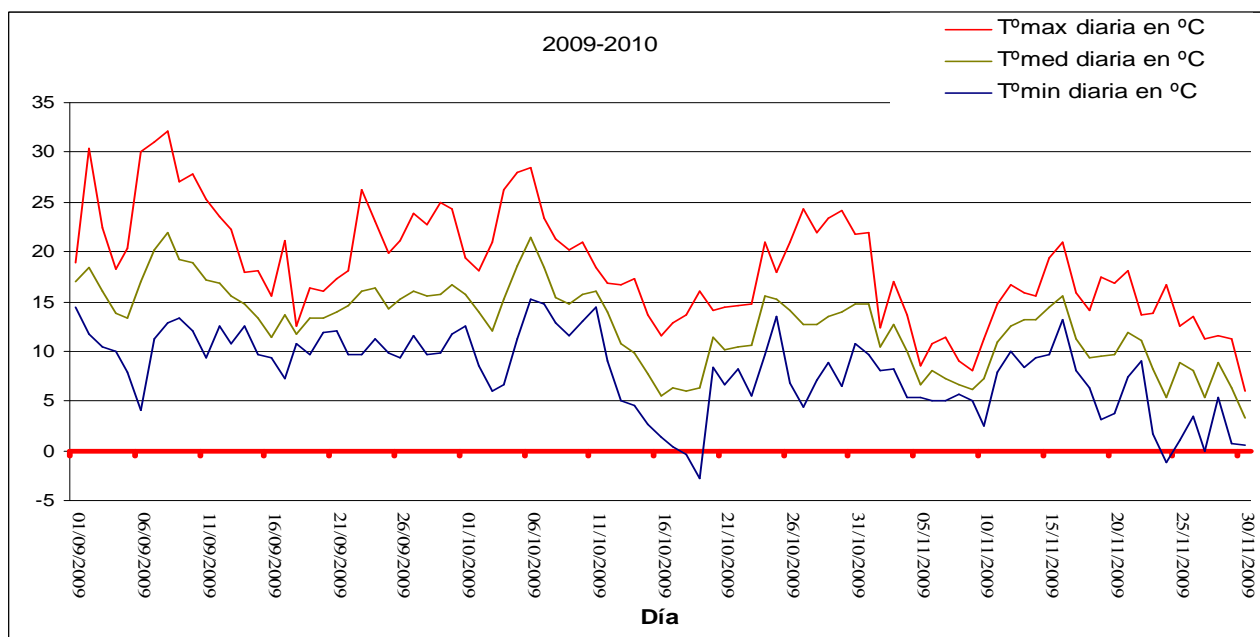
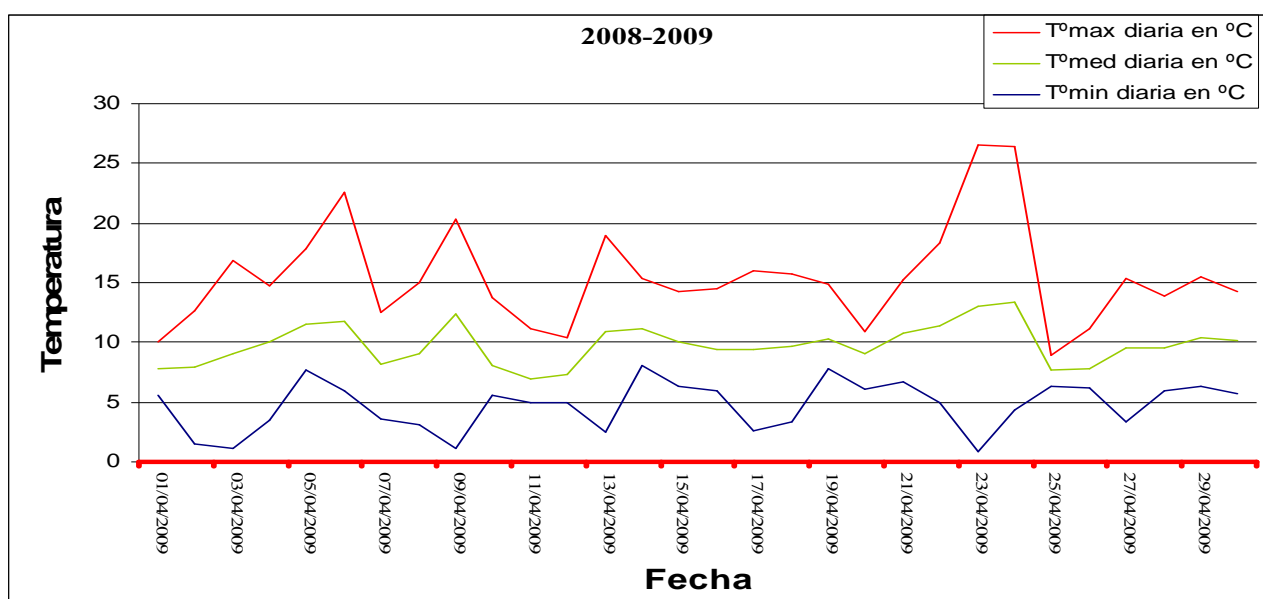
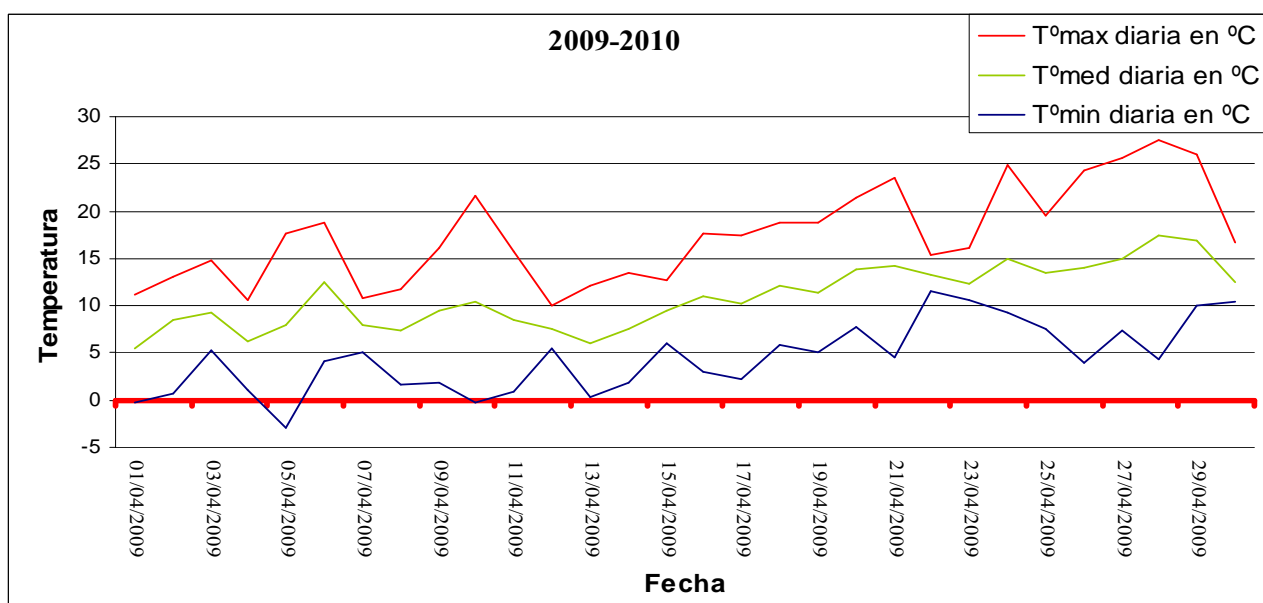


Gráfico 7: Temperaturas máximas, medias y mínimas diarias del 01/09/2009 al 30/11/2009 en Arkaute (Alava)

En cuanto a la posibilidad de que heladas tardías primaverales afecten la floración y por consiguiente la producción, observamos (Gráfica 8) que en la campaña 2008-2009 no se da ningún problema. En cambio observando la campaña 2009-2010 (Gráfica 9), destaca, la helada producida el 5 de abril con una temperatura de $-2,9^{\circ}\text{C}$. Se trata de una helada el día 95 del año, donde variedades como Jetix (Tabla 4) se ven afectadas, así como las colzas de las fechas de siembra de septiembre (Tabla 5). Este dato, podría explicar la baja estabilidad genotípica de Jetix (GE), ya que su temprana floración podría comprometer la producción final por efecto de las heladas tardías, aunque en este caso, la helada no es lo suficientemente importante.



Gráfica 8: Temperaturas máximas, medias y mínimas diarias del 01/04/2009 al 30/04/2009 en Arkaute (Alava)



Gráfica 9: Temperaturas máximas, medias y mínimas diarias del 01/04/2010 al 30/04/2010 en Arkaute (Alava)

En todo caso, heladas puntuales, de años concretos, no son suficientes para obtener resultados determinantes. Por ello, se representa el periodo probabilístico libre de heladas (Figura 7). Es decir la probabilidad de que la primera y la última helada se produzcan en un día concreto. Del análisis de los datos históricos se obtiene que la probabilidad de que hiele a finales de octubre, es del 50%. La probabilidad de helada antes de finales de noviembre es del 90 %. Por tanto las primeras heladas históricamente se producen entre finales de octubre y mediados de noviembre. En el caso de las heladas primaverales (la última helada), atendiendo a los datos históricos se producen entre la tercera semana de marzo y la tercera de abril, pudiendo afectar en plena floración a todas las colzas estudiadas (Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5) . En este caso, y dependiendo del tipo e intensidad de la helada podría haber una afección a la producción, ya que esta época coincide con el inicio de la floración. Este aspecto debería ser estudiado con más profundidad puesto que parece ser un punto crítico del cultivo de la colza que hasta ahora no se había tenido muy en cuenta, y que podría explicar ciertas fluctuaciones de producción interanuales.

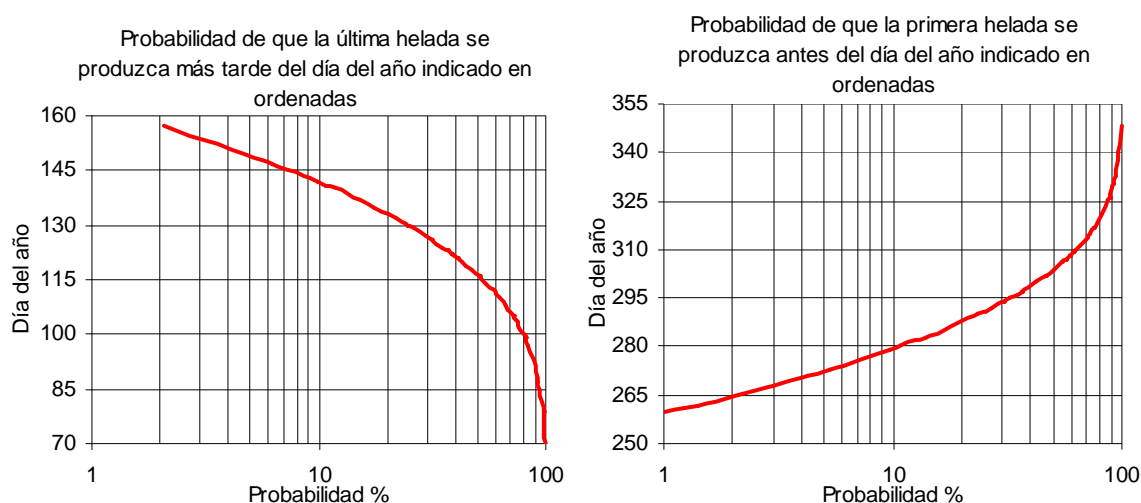


Figura 7: Periodo probabilístico libre de heladas (elaborado a partir de una serie de temperatura de más de 50 años de Arkaute). Fuente: Proyecto AGRONOMI. Neiker

5. CONCLUSIONES

1- De todas las variedades propuestas en la Red GENVCE, la variedad NK Aviator ha sido la que mejores resultados ha obtenido en la llanada alavesa.

Se trata de una variedad de altura superior y buena ramificación. Es un híbrido de ciclo largo, de implantación regular, la cual nunca condicionaría los daños por heladas otoñales, siempre y cuando se efectúe una siembra en fechas propicias (entre principio y mediados de septiembre). Como ventajas, destacan su tardía floración, lo que le permite salvar las últimas heladas primaverales y sobre todo su producción (más de 4 Tn/ha y 5 Tn/ha, en las campañas 2008-2009 y 2009-2010 respectivamente). A todo ello, se debe añadir el contenido en grasa del grano, en torno al 48%.

2- En cuanto a las fechas de siembra, es estadísticamente significativa, la diferencia entre ellas. Así se constata que las parcelas sembradas en septiembre tienen una mayor producción.

Esto se debe a que una vez implantadas, se asientan mejor en el suelo, llegan antes al estado de roseta, superando más fácilmente las inclemencias invernales con una repercusión en la posterior producción de grano. También habría que estudiar la afección en todo ello de los grados de temperatura acumulados en esos días, de diferencia entre las fechas de septiembre y de octubre. Por tanto es un parámetro a estudiar en el futuro.

3- Las diferencias entre el laboreo convencional y la siembra directa no han sido del todo determinantes.

En todo caso, se puede intuir que las siembras directas son más propicias para siembras tempranas de principios de septiembre. Esto se debe, a que en la siembra directa se conserva mejor la humedad, aumentando el éxito de la nascencia, tras la sequía estival. También se puede intuir que a medida que nos acercamos a fechas tardías, es decir, principios y mediados de octubre, es conveniente, sembrar con laboreo convencional, ya que el limitante de la precipitación acumulada desaparece a partir de finales de septiembre y los problemas derivados de limacos, insectos y malas hierbas es más acusado en las parcelas de siembra directa. Convendría estudiar el efecto del balance

hídrico del suelo a finales de agosto, a la hora sembrar, para tomar una u otra decisión. Por tanto sería otro parámetro a estudiar en el futuro.

4- Analizando datos mesoclimáticos históricos, podemos concluir que para el éxito de la colza en la llanada alavesa, las mejores condiciones de siembra y laboreo son siembra directa a mediados de septiembre.

A partir de mediados de septiembre las probabilidades de que se acumule precipitación van aumentando exponencialmente, con lo que se debería sembrar con laboreo convencional debido a los problemas fitosanitarios de la siembra directa. En todo caso, esta siembra no se podría retrasar más allá de principios de octubre, ya que no podríamos asegurar el estado de roseta (mínimo 30 días postsiembra) antes del periodo de heladas, que empezarían con mucha probabilidad a finales de octubre. En cuanto a las últimas heladas primaverales, se pueden evitar con variedades de ciclo largo con floración tardía.

Es obvio, que un ensayo, de una o dos campañas, no se obtienen la cantidad de muestras suficientes, como para sacar conclusiones determinantes sobre un cultivo anual. En todo caso, en este trabajo se han estudiado evidencias previas, que faltaban por demostrar.

6. FUTURAS PERSPECTIVAS

Se da por asentado el cultivo de la colza en la llanada alavesa, dotando de materia prima a los módulos de alimentación animal y automoción. Tras el prensado en frío, se extrajo aceite de la producción de grano, el cual se sometió a un proceso de decantado de tres meses y un posterior filtrado. Se tomaron muestras de aceite y se analizaron en laboratorio, los diferentes parámetros de los combustibles según la legislación vigente. Este aceite, se utilizó como biocombustible en una flota de vehículos, utilizando mezclas de aceite de colza al 10, 30, 50% con gasoleo y 100% de aceite.

Con la torta derivada del prensado, se tomaron muestras de cada prensado y variedad de colza, se analizó su riqueza como alimento para el ganado y añadió a la ración alimentaría de un rebaño experimental de ovino de 15 cabezas para producción láctea y 15 en cebo, obteniendo resultados satisfactorios.

7. BIBLIOGRAFIA

- Aizpurua, A. , Estavillo, J.M. , Arregui, L.M. , 2007. Proyecto ROTANYS, Fertilización nitrogenada y azufrada en una rotación trigo-colza. Influencia sobre producción, calidad y lixiviación de nitratos. En:
http://www.neiker.net/datos/documentos/2009225AAI_ROTANYS_IEN.pdf
- Alonso, L.C. 2012.La biofumigación que produce el cultivo de la colza y su importancia potencial en el cultivo de la patata. Tierras de Castilla y León nº182: 14-18.
- Baumont, R., J. P. Dulphy, D. Sauvant, G. Tran, F. Meschy, J. Aufrere, J.L. Peyraud, P. Champiciaux.2007. Les tables de la valeur des aliments Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux-valeurs des aliments. Editions Quae, Versailles, Francia.
- Boydston, R.A., and Hang, A. 1995. Rapeseed (*Brassica napus*) green manure crop suppresses weeds in potato (*Solanum tuberosum*). Weed Technol. 9: 669-675.
- Consejo de la Unión Europea 8 y 9 de marzo de 2007. Conclusiones de la presidencia. En:
<http://register.consilium.europa.eu/pdf/es/07/st07/st07224-re01.es07.pdf>
- Dieringer, S. , Pickel, P., 2011. Pathways to sustainable biofuels in agriculture. John Deere. En:
<http://www.2ndvegoil.eu/global/download/%7BJIVSNSOZJK-1221201181954-BBYOXTEXAI%7D.pdf>
- García, A.2011. Evaluación de la calidad de tortas de colza obtenidas mediante prensado en frío. En:
<http://www.neiker.net/muestracontenido.asp?nodo1=0&nodo2=0&idcontenido=3296&content=6&buscador=si&paginaactual=&keyword=%20calidad%20torta>
- Guerrero, A.G. Cultivos Herbaceos Extensivos. Ed.Mundi Prensa.6ªedición.1999. ISBNB: 84-7114-797-1
- Goñi, J., 2009. Manual del cultivo de la colza de otoño en España. Grupo para el desarrollo del cultivo de la colza en España. ITG Agrícola. En:
<http://www.itga.com/docs/Publicaciones/Extensivos/Folletocolzadeot.pdf>
- Gu, Hainan, Fitt, Gary P.,Baker, Geoff H. 2007. Invertebrate pests of canola and their management in Australia. Australian Journal of Entomology, Vol 46: 231-243.
- Kierkegaard, J.A., and Sanwar, M. 1988. Biofumigation potential of brassicas. Plant and Soil 201: 91-101.

- Lancashire, P. D., H. Bleiholder, P. Langelüddecke, R. Stauss, T. Van den Boom, E. Weber und A. Witzinger, 1991: An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* 119, 561-601.
- Mahieu, P. 2008. Huile vegetal pure. Production et valorisation à la ferme. Institut Français des huiles Végétales Pures. En :
http://www.gironde.chambagri.fr/fileadmin/documents_CA33/Internet/Environnement/Energies_renouvelables/agro_hvp.pdf
- Mateo Box, J.M. , 2005. Prontuario de agricultura. Oleaginosas y proteaginosas (no leguminosas). Ediciones Mundi-Prensa. p 470- 486. ISBN: 8484762483
- Mojtahedi, H, Santo, G.S. and Wilson, J.H. 1993. Managing *Meoidogyne chiwoodi* on potato with rapeseed as green manure. *Plant Disease.* 77:42-46
- Olivier, C. Vaughn, S.F., Mizubuti, E.G., and Loria, R. 1999. Variation in allyl isothiocyanate production within *Brassica* species and correlation with fungicidal activity. *Journal of Chemical Ecology* 25: 2687-2701.
- Oplinger, E.S. , Hardman, L.L. , Gritton, E.T. , Doll, J.D. , Kelling, K.A. 1989. Alternative fields crops manual. Canola (Rapeseed). University of Wisconsin- University of Minnesota.
- Ortiz, A. , Mandaluniz N. 2008. Oleaginosas de grano: Uso de su aceite como combustible y de la torta para alimentación animal. *Sustraria.* 93:68-69
- Red GENVCE, 2008-2009. Evaluación agronómica y de la calidad de las nuevas variedades de colza de otoño en España. En:
www.genvce.org/repositorio/92cc/informe/833/2/colza.pdf
- Red GENVCE, 2009-2010. Evaluación agronómica y de la calidad de las nuevas variedades de colza de otoño en España. En:
www.genvce.org/repositorio/be0a/informe/738/2/colza.pdf
- Smith, Elwin G., Janzen, H. H., Newlands, Nathaniel K. 2007. Energy balances of biodiesel production from soybean and canola in Canada. *Canadian journal of plant science:* 87 : 793-801.
- Superficie, producción y rendimientos agrícolas en Álava/Araba. Departamento de Planificación Territorial, Medio Ambiente, Agricultura y Pesca. En:
http://www.nasdap.ejgv.euskadi.net/r50774/es/contenidos/estadistica/superf_prod_araba/es_dapa/superf_prod_araba.html

Ugarte, M.D., Militino, A. F. , T.Arnholt, A. 2008. Probability and Statistics with R. CRC/Chapman and Hall. ISBN: 978-1-58488-891-8

Uwe Meir, 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées. 2. Édition, 2001. Centre Fédéral de Recherches Biologiques pour l' Agriculture et les Forêts.

Velasco, L. , F. Martinez, J.M., Goñi, J. , Lafarga, A. Prespectivas de otras oleaginosas en España. ON cultivos Cultivos p ara producir energia.

Weber, E. und H. Bleiholder, 1990: Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse – mit Abbildungen. Gesunde Pflanzen 42, 308-321.

Zofio, M.N., 2011. Evaluación de la biodesinfección para el control de *Phytophthora capsici* en el cultivo de pimiento en invernadero .Universidad del Pais Vasco- Euskal Herriko Unibertsitatea, Neiker-Tecnalia.