

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS
CONVENCIONALES DE FERTILIZACIÓN Y RIEGO
EN PATATA Y ZANAHORIA EN RODEZNO
(LA RIOJA)**

Presentado por:

MANUEL PALACIOS CALLEJA

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS CONVENCIONALES DE FERTILIZACIÓN Y RIEGO EN PATATA Y ZANAHORIA, EN RODEZNO (LA RIOJA).

Realizado por: Manuel Palacios Calleja.

Tutor: Luis Miguel Arregui Odériz.

Departamento: Producción Agraria.

RESUMEN.

Con la realización de este trabajo se pretende evaluar las prácticas convencionales de fertilización y riego en patata y zanahoria.

Los objetivos del trabajo son:

- + Ajuste de la fertilización fosfopotásica en función del análisis de suelo.
- + Utilidad del balance de N para ajustar la fertilización nitrogenada
- + Ajuste del volumen de agua y frecuencia de riego mediante la ETc.
- + Evaluar la respuesta del cultivo desde el punto de vista de rendimiento y calidad.
- + Influencia a nivel económico de las prácticas realizadas.

Para lograr estos objetivos se instalaron dos ensayos en parcelas del agricultor en la localidad Riojana de Rodezno. Los ensayos tenían un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones en el que el factor a estudiar es el manejo del cultivo que incluye tanto la fertilización como el riego. Los cultivos fueron, patata (variedad *Hermes*) y zanahoria (variedad *Bangor*).

Con el fin de realizar los ajustes correspondientes en el abonado se realizaron análisis de suelo en pre – fondo en las dos parcelas, y análisis del N-NO₃ en los momentos anteriores a las coberteras.

Durante el ciclo de cultivo se fueron tomando valores con el SPAD-502, con el objetivo de comparar el estado nutricional de las plantas entre tratamientos. Esto solo se pudo realizar en el cultivo de patata, ya que la hoja de la zanahoria era demasiado pequeña y las medidas daban lugar a error.

Las dosis de riego fueron tomadas de las recomendaciones emitidas desde la estación agroclimática de Casalarreina, la cual es la más cercana a las parcelas del ensayo.

Con la finalización de este ensayo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El medidor de clorofilas SPAD-502 se ha comportado adecuadamente, confirmando las prácticas de fertilización nitrogenada llevadas a cabo.
- El análisis de suelo en preplantación ha permitido evitar la aportación de abono de fondo, no habiéndose manifestado síntomas de deficiencias en el cultivo.
- El presente trabajo muestra que se puede ajustar las cantidades de abonado nitrogenado, mediante un balance de nitrógeno sencillo en el momento de aporte de cada cobertera.
- Una dosis más elevada de riego ha originado mayor rendimiento como consecuencia de tubérculos de mayor calibre. Esto puede ser un inconveniente si la patata se destina a frito.
- Se confirma que una menor disponibilidad de nitrógeno puede llevar una disminución de la materia seca del tubérculo.
- Los defectos totales producidos en el tubérculo han sido independiente del manejo realizado en el cultivo.
- Económicamente hablando, resulta más beneficioso para el agricultor realizar las pautas seguidas en el tratamiento “Ajustado”, además de ser más beneficioso para el medio ambiente.

- Independientemente del cultivo, para obtener un rendimiento alto el aporte más alto de N ha de realizarse al inicio de la formación y desarrollo del órgano aprovechable en la cosecha.

ÍNDICE

	Página.
1. INTRODUCCIÓN.	1.
2. ANTECEDENTES	3.
A) PATATA.	
1. <u>La patata. Taxonomía y características botánicas.</u>	3.
2. <u>Origen. Introducción en España y difusión en el mundo.</u>	5.
3. <u>El cultivo de la patata en la Rioja Alta.</u>	6.
4. <u>Variedades de patata y ciclos de cultivo.</u>	8.
5. <u>Influencias agroambientales en el rendimiento.</u>	10.
5.1 Factores que condicionan la producción	10.
5.1.1 Densidad de plantación.....	10.
5.1.2 Fecha de plantación.....	10.
5.1.3 Tuberización.....	10.
5.2 Suelo	11.
5.3 Fertilización	12.
5.3.1 Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo.....	13.
5.3.2 Papel de los principales nutrientes.....	14.
5.3.3 Estimación precoz del estado nutricional de los cultivos.....	15.
• Tecnología del medidor de clorofila SPAD – 502.....	16.
• Relación con la clorofila extraíble. Limitaciones del método...	16.
• Relaciones con el estado nitrogenado del cultivo y el rendimiento.....	18.

6.	<u>Tecnología de la producción</u>	20.
6.1	Laboreo y preparación del terreno	20.
6.2	Plantación	20.
B) ZANAHORIA.		
1.	<u>Taxonomía y características botánicas</u>	22.
2.	<u>Fisiología del crecimiento</u>	22.
3.	<u>Exigencias en clima y suelo</u>	23.
4.	<u>Fertilización</u>	25.
5.	<u>Riegos</u>	26.
6.	<u>Preparación del terreno y alternativas más aconsejables</u>	27.
7.	<u>Siembra</u>	27.
8.	<u>Labores de cultivo</u>	28.
9.	<u>Recolección</u>	29.
10.	<u>Fisiopatías</u>	30.
3.	OBJETIVOS	32.
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	33.
4.1	<u>Zonas de estudio</u>	33.
4.1.1	Localización	33.
4.2	<u>Diseño experimental</u>	34.
4.2.1	Ensayo en patata	34.
4.2.2	Ensayo en zanahoria	35.
4.3	<u>Material vegetal</u>	36.
4.3.1	Ensayo en patata	36.

4.3.2	Ensayo en zanahoria.....	36.
4.4	<u>Tecnología de la producción en patata</u>	37.
4.4.1	Preparación del terreno.....	37.
4.4.2	Plantación.....	37.
4.4.3	Fertilización.....	37.
	• Fondo.....	38.
	• Coberteras.....	38.
	• Mediciones SPAD.....	41.
4.4.4	Tratamientos fitosanitarios.....	42.
4.4.5	Riego.....	42.
4.4.6	Recolección.....	44.
4.5	<u>Tecnología de la producción en zanahoria</u>	44.
4.5.1	Preparación del terreno.....	44.
4.5.2	Siembra.....	45.
4.5.3	Fertilización.....	45.
	• Fondo.....	46.
	• Coberteras.....	46.
4.5.4	Tratamientos fitosanitarios.....	48.
4.5.5	Riegos.....	48.
4.5.6	Recolección.....	50.
4.6	<u>Métodos de análisis de las muestras</u>	50.
4.6.2	Análisis realizado en el laboratorio de la UPNA.....	50.
	• Método de análisis de nitrato en suelo (Método rápido).....	50.
4.7	<u>Análisis estadístico</u>	50.

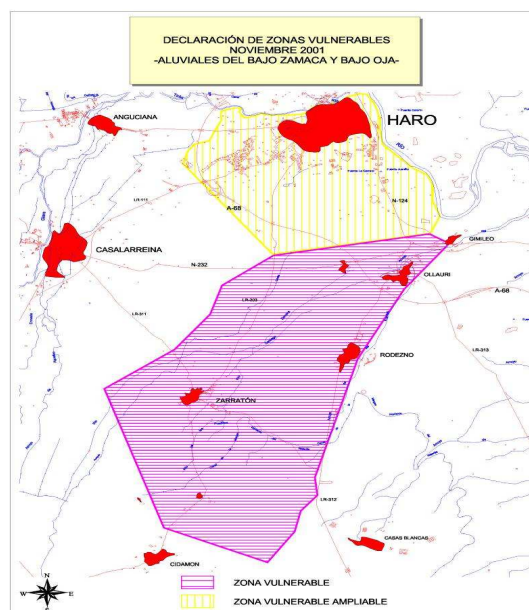
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51.
5.1) PATATA.	
1. <u>Efecto del manejo del cultivo sobre:</u>	51.
a) Valores del SPAD-502 de los dos tratamientos.....	51.
b) Sobre N-NO ₃ del suelo.....	52.
c) Sobre el calibre de los tubérculos.....	53.
d) Sobre el rendimiento comercial.....	55.
e) Sobre la calidad de la patata:.....	56.
• Materia seca.....	56.
• Defectos totales en el frito.....	57.
• Peso específico.....	58.
2. <u>Valoración económica</u>	59.
5.2) ZANAHORIA.	
1. <u>Efecto del manejo del cultivo sobre el rendimiento comercial</u>	61.
2. <u>Valoración económica</u>	64.
6. CONCLUSIONES	66.
7. BIBLIOGRAFIA	67.
8. ANEJOS	72.
8.1 Análisis físico químico en patata.....	72.
8.2 Análisis físico químico en zanahoria.....	73.
8.3 Metodología del cálculo de riego.....	74.

1. INTRODUCCIÓN.

La técnica de fertilización se ha desarrollado en todo el mundo a causa de su extraordinaria rentabilidad. A medida que los centros de investigación y experimentación han ido aumentando el grado de conocimiento sobre las posibilidades de los fertilizantes, los gobiernos han prestado, en general, la máxima atención a la extensión y divulgación de estos conocimientos para que a través de su puesta en práctica se obtuviese la importante mejora que a nivel general de país cabía esperar. Pero es, en definitiva, el agricultor en su explotación, el que debe comprobar los resultados prácticos de las nuevas técnicas para que su introducción sea efectiva.

Sin embargo, la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas es un problema ambiental generalizado que se atribuye, en la mayoría de ocasiones, a las actividades agrarias. En la horticultura de regadío, trabajando mayoritariamente con cultivos exigentes en nitrógeno, es cuando esta problemática toma mayor trascendencia (PRUNTY y GREENLAND, 1997; PERALTA y STOCKLE, 2000; RAMOS et al., 2002).

El Gobierno de La Rioja declaró en 2001 el aluvial del Oja y el Zamaca como zona sensible a la contaminación, con la siguiente distribución territorial:



Fotografía nº1. Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos en el entorno del Oja y el Zamaca (Gobierno de La Rioja.)

La revisión del uso del nitrógeno (N) en la fertilización, que aquí se presenta, es de aplicación a todas las situaciones de cultivo y no solo a las zonas declaradas vulnerables. El ajuste de las dosis de nitrógeno tendría en una primera instancia agronómica una doble motivación: de economía de producción y de sostenibilidad del sistema agrario. En una visión más amplia, contemplando el suelo, el agua y a atmosfera, las razones medioambientales apoyarían y reforzarían esa primera motivación.

Por ello es necesario conocer a lo largo del cultivo, la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y su evolución, de esta forma se podrá saber si el cultivo se encuentra bien nutrido, o por el contrario necesita un aporte complementario de nitrógeno en forma de abonado mineral.

La importancia de establecer las dosis adecuadas de nitrógeno en cualquier cultivo reside en la necesidad de que el aporte satisfaga las necesidades del cultivo evitando excesos de fertilización nitrogenada que perjudiquen el medio ambiente.

2. ANTECEDENTES

A) PATATA.

1. LA PATATA. TAXONOMIA Y CARACTERISTICAS BOTANICAS.

La patata, *Solanum tuberosum L. ssp. tuberosum*, es una dicotiledónea de la familia *Solanacea*.

Dentro del género *Solanacea* existen alrededor de 2000 especies, muchas de ellas silvestres. Algunas que no tuberizan, como *Solanum demissum L.*, que posee resistencia al mildiú (MAROTO, 1989), *Solanum chacoense L.* resistente al escarabajo de la patata (TINGEY, 1981), o *Solanum acaule L.* que soporta hasta -8° C (FABIANI, 1967), pueden ser utilizadas en la mejora genética de la patata para transferirle sus genes de resistencia.

Es una planta herbácea, vivaz, provista de sistema caular aéreo y otro subterráneo en el que se forman los tubérculos (Fotografía 1).

Los tallos aéreos son gruesos, fuertes, angulosos, generalmente entre 0,5 y 1 m. de alto. Se originan en las yemas del tubérculo (Fotografía 1). Normalmente son de color verde ramificados y el corte de la sección transversal es hueco y triangular. La parte más baja del tallo es redonda y sólida.

Se considera que un tallo es el principal si crece directamente del tubérculo semilla madre. Las ramas laterales que salen del tallo principal son los tallos secundarios.

Sus raíces son ramificadas, finas y largas. Son raíces adventicias que se desarrollan a partir del tallo subterráneo, entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo (Fotografía 1).

Según (ALONSO, 1996), la planta de patata enraíza bastante cerca de la superficie, no profundizando más de 40-50 centímetros, aunque a veces se han

encontrado raíces en suelos muy homogéneos y relativamente sueltos, a una profundidad de hasta 1 metro.

Los tallos subterráneos o estolones, se forman en las yemas basales de los tallos aéreos situados bajo el suelo (Fotografía 1). Son relativamente cortos y de ellos salen las raíces adventicias.

Los tubérculos, son engrosamientos de las zonas subapicales de los estolones, que incrementan el tamaño de las células y el número de divisiones celulares, acumulando sustancias de reserva, principalmente almidón.

Las hojas son compuestas, imparipinnadas. Constan de nueve o más folíolos, cuyo tamaño es tanto mayor cuanto más alejados se encuentren del nudo de inserción, el folíolo final es mayor que los laterales.

Las flores se agrupan en cimas. Son flores pentámeras, con colores diversos que pueden variar desde el blanco al morado. Tienen estilo y estigma simples y el ovario es bilocular. Constan de cinco estambres. Lo habitual en estas flores es que se produzca de forma natural una autopolinización. El número de flores depende de la variedad de la que se trate.

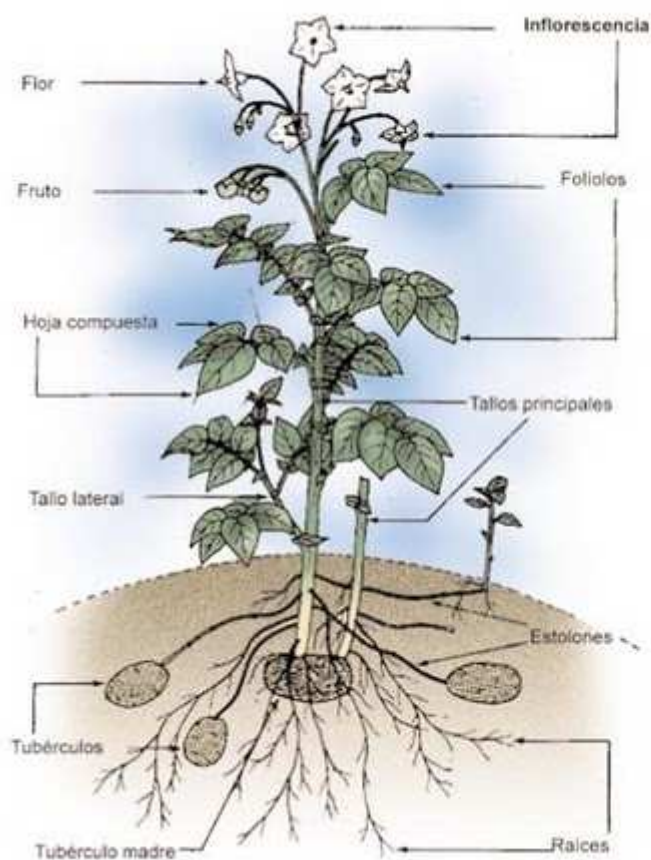
La planta de patata se puede dividir en varios niveles, (ALONSO, 1996), el primer nivel comprende la parte baja del tallo hasta la primera flor. El segundo nivel es la parte comprendida entre las flores de primera y segunda generación. Y el tercer nivel es la sección comprendida entre las flores de segunda y tercera generación.

El fruto es una baya redondeada de color verde que se amarilla al madurar. Consta de dos cavidades en las que se alojan las semillas. El número de semillas que contiene es muy variable y puede ir desde ninguna hasta trescientas.

La forma y el color de los tubérculos dependen de la variedad. En la superficie tienen las yemas u “ojos” distribuidas de forma helicoidal, abundando sobre todo en la parte opuesta al punto de inserción al tallo subterráneo.

Aunque la patata puede propagarse por semillas y por esquejes, en la práctica únicamente se multiplica por medio de los tubérculos, de los que brotan las yemas u

“ojos”. Por ello una variedad de patata se refiere a un clon, obtenido a partir de un solo individuo.



Fotografía nº 1: Partes de la plantas de patata.

2. ORIGEN, INTRODUCCIÓN EN ESPAÑA Y DIFUSIÓN EN EL MUNDO.

El origen de la patata se sitúa en las cordilleras andinas, donde se encuentran una gran cantidad de especies, cultivadas y silvestres. Actualmente se acepta la teoría de dos centros de origen: uno primario ubicado en Perú y Bolivia, para la subespecie *andigena*, y otro secundario para la subespecie *tuberosum*, localizado en la isla de Chiloé al sur de Chile (HAWKES, 1978).

Su existencia se remonta a más de 8000 años de antigüedad (SOBRINO Y SOBRINO, 1992). De hecho, era cultivada por los incas antes del Descubrimiento de América, en alturas superiores a los 2000 metros.

La primera referencia escrita acerca de la patata, se debe al historiador Juan de Castellanos (BURTON, 1989), quien tras participar en las expediciones de Quesada por Colombia, redactó en 1537 su “Historia del Nuevo Reino de Granada”, en la que hace una breve descripción de ella.

La primera introducción de la patata en España, se produjo en 1565 como un obsequio de un cargamento de patatas de la región del Cuzco, al Rey Felipe II. Este envió parte del mismo al Papa, quien las hizo llegar al botánico Carolus Clusius de Leyden en 1568, el cual las cultivo en Viena y cuyas cosechas sirvieron para dar a conocer la patata en aquella zona (HAWKES, 1978).

En las Islas Canarias, se introdujo directamente del Perú en 1622, encontrándose aún variedades triploides, muy similares a las de América del Sur (HAWKES, 1978).

En pleno siglo XVI, a partir del primitivo centro español, la patata se empezó a cultivar en Italia, Francia, Suiza, Países Bajos, Inglaterra y Alemania, siendo conocida como *Papus Hispaniorum*.

Una segunda vía de introducción de la patata en Europa fue, probablemente, a través de las rutas abiertas por los corsarios ingleses Drake y Cavendish entre 1580 y 1600, quienes la recogieron en la isla de Chiloé, al sur de Chile (BURTON, 1989).

En la mayor parte de los países europeos la introducción de la patata no supuso una inmediata extensión de su cultivo y consumo. Al ser un cultivo nuevo, que crecía bajo tierra, y cuyo aspecto no era muy bonito, no fue incluida en las dietas hasta finales de siglo XVIII. Desde Europa se fue difundiendo a los demás continentes, estando actualmente su cultivo extendido en todo el planeta.

3. EL CULTIVO DE LA PATATA EN LA RIOJA ALTA.

El 84 % de la superficie dedicada al cultivo de la patata en La Rioja, se encuentra en la comarca de La Rioja Alta (comarca noroeste de la CC.AA.), principalmente en la zona de Santo Domingo de la Calzada (ARNAEZ, 1994). En la Rioja Alta, la patata es el tercer cultivo en orden de importancia, tras los cereales y la vid, la mayor parte de ella en regadío (Tabla 1).

Tabla nº 1. Superficie destinada a los principales cultivos en la comarca de La Rioja Alta en secano y regadío. (Gobierno de La Rioja)

Cultivo	Secano	Regadío	Total
Cereales grano	31.962	5.527	37.489
Leguminosas de grano	313	95	408
Tuberculos	0	1.747	1.747
Remolacha azucarera	0	1.204	1.204
Flores y ornamentales	0	6	6
Cultivos forrajeros	287	245	532
Vid	18.663	2.443	21.106

Fuente: Anuario estadístico de La Rioja 2007.

El paisaje agrícola de la zona de Santo Domingo de la Calzada se organiza en torno a dos cultivos fundamentales: los cereales y la patata. La patata es el cultivo clave, ya que cumple el papel de motor socioeconómico de la zona, aportando en torno al 40 % de la producción final agraria. Además supone aproximadamente el 70 % de la inversión total de trabajo agrícola (POZO Y LASANTA, 1992).

En esta zona ha predominado tradicionalmente el cultivo de variedades de media estación y tardías, destinadas principalmente al consumo inmediato y al almacenamiento hasta la primavera, aunque durante los últimos años existe una tendencia a incrementar la participación de patatas más tempranas en detrimento de las tardías, para poderlas introducir en el mercado antes que los países de latitudes superiores de la C.E., con el consiguiente beneficio tanto en reducción de stocks como en mejores precios que se obtienen por los productos más tempranos.

En la actualidad predomina el cultivo de variedades destinadas a frito normalmente contratadas antes de la siembra y con pequeñas variaciones en los precios de una campaña a otra, según el precio de mercado de la campaña anterior.

Las razones que explican la especialización de los municipios riojalteños en el cultivo de la patata son de índole ambiental y socio económico. Entre las ambientales destacan la suavidad topográfica de los relieves, los suelos fértiles y con abundantes

cantos de pequeño tamaño que drenan fácilmente evitando el encharcamiento y el apelmazamiento, pero sobre todo las posibilidades de riego con la construcción de regadíos “modernos”.

Entre las socio económicas, quizás más determinantes, la alta mecanización de la comarca, necesaria para el cultivo de la patata, y la existencia de explotaciones de tamaño “grande” (30-80 ha), la mayor parte de ellas formadas por concentración parcelaria.

4. VARIEDADES DE PATATA Y CICLOS DE CULTIVO

Existe un gran número de variedades comerciales de patata, y constantemente se ensayan nuevos clones, principalmente provenientes de cruzamientos intra o interespecíficos, que buscan incorporar resistencias a plagas y enfermedades, adaptaciones a un amplio rango de condiciones climáticas, unido al objetivo de satisfacer las preferencias organolépticas de los tubérculos que requiera el consumidor.

Comercialmente, los cultivares se clasifican en función de varios parámetros, como son color de la piel, color de la carne, superficialidad de los ojos, forma del tubérculo, calidad culinaria o adaptación a procesos industriales de transformación como por ejemplo la aptitud al “frito”. Desde el punto de vista agronómico el parámetro más utilizado es la duración del ciclo de cultivo.

La madurez en las plantas de patata se manifiesta por una decoloración del sistema vegetativo, adquiriendo las hojas un color amarillento. En los tubérculos decrece el ritmo de acumulación de sustancias de reserva, cesando totalmente cuando la planta se seca. Los tubérculos maduros poseen una piel suficientemente suberificada para evitar la pérdida de agua y protegerlos contra microorganismos, si bien el momento en que los tubérculos alcanzan este grado de suberificación depende del cultivar.

La clasificación de la patata en ciclos, significa normalmente el tiempo que transcurre entre la siembra y el momento en que pueden ser arrancados los nuevos tubérculos, lo que no conlleva que la madurez al arrancarlos sea completa (WURR 1978). Por ello los grupos en que se clasifican las variedades son diferentes, según atiendan a la fecha de recolección, o a la fecha de madurez de las plantas (Tablas 2,3 y 4), aunque normalmente la más utilizada en España es la clasificación según la madurez de las plantas en cuatro grupos, temprana, semitemprana, semitardía y tardía (Tabla 2).

En estos grupos de clasificación por la madurez, la duración del ciclo que se propone es orientativa, dado que el número de días entre siembra y maduración varía en función del lugar donde se realice el cultivo, debido principalmente a las condiciones medioambientales. Por ello algunos autores optan por una clasificación numérica que oriente sobre la precocidad en la maduración de las plantas (Tabla 3).

Tabla nº 2. Ciclos en los que se agrupan las variedades de patata según la fecha de recolección en España (M.A.P.A, 1994)

CICLO	RECOLECCIÓN
Extratempрана	15-I al 15-IV
Temprana	15-IV al 15-VI
Media estación	15-VI al 30-IX
Tardía	30-IX al 15-I

Tabla nº 3. Ciclos en los que se agrupan las variedades de patata y tiempo transcurrido entre la brotación y la senescencia de las plantas propuesta para España (MAROTO, 1989).

CICLO	TIEMPO
Temprana	menos de 90 días
Semitemprana	90 a 120 días
Semitardía	120 a 150 días
Tardía	150 a 200 días

Tabla nº 4. Ciclos en los que se agrupan las variedades de patata según el instituto holandés de variedades de plantas cultivadas: C.P.R.O-D.L.O. Puntuación entre 0 y 10, según el tiempo transcurrido entre la brotación y la madurez de las plantas (NIVAA, 1994).

CICLOS	PUNTUACIÓN
Muy temprana	9,5
Muy temprana a temprana	9
Temprana	8
Semitemprana	7
Semitemprana a semitardía	6
Semitardía	5
Tardía	4
Muy tardía	3

5. INFLUENCIAS AGROAMBIENTALES EN EL RENDIMIENTO.

El objetivo de los productores de patata es la obtención de una máxima rentabilidad.

5.1. Factores que condicionan la producción.

5.1.1 Densidad de plantación

La densidad de plantación es un factor que afecta al rendimiento del cultivo.

Según (GUERRERO, 1987) y (ALONSO, 2002), cuando se aumenta la densidad de plantación el rendimiento aumenta pero el calibre medio de los tubérculos disminuye. Si la densidad de plantación es alta, las plantas sufrirán la competencia de las de su alrededor y se produce una disminución del peso de los tubérculos por planta.

Si la densidad de plantación es baja, aunque el rendimiento de las plantas individuales sería grande, el rendimiento por área podrá ser menor, debido a que las plantas se concentrarían en número insuficiente (HERNANDEZ, 1979).

5.1.2 Fecha de plantación

En cuanto a la fecha de plantación hay que tener en cuenta que a la patata le perjudican las heladas, así como las jornadas muy cálidas y secas. Cuando la temperatura pasa de los 25 °C no se produce tuberización (GUERREO, 1987).

5.1.3 Tuberización

La tuberización en patata se caracteriza por el crecimiento en grosor de las zonas subapicales del estolón, debido tanto al incremento del tamaño de las células como al número de divisiones celulares, y simultáneamente por la acumulación de sustancias de reserva, principalmente almidón.

La tuberización no tiene lugar en todos los estolones a la vez, pudiendo haber en la planta estolones en varios estados de desarrollo (VREUGDENHIL y STRUIK, 1989). La duración de este proceso es de 14 a 21 días, que junto a la existencia de jerarquías para el crecimiento debidas a la posición de los tubérculos, ocasionan que en la recolección exista un rango de tamaño de tubérculos (ALLEN y cols., 1992).

La tuberización se ve afectada por las labores culturales y las condiciones ambientales e influye en la producción.

La tuberización y el crecimiento vegetativo son inversamente proporcionales, ya que los nutrientes orgánicos e inorgánicos se destinarán a uno u otro fin (MOORBY, 1978). Por este motivo las labores culturales que favorezcan el desarrollo de la parte aérea, como son los abonados nitrogenados, retrasan la tuberización o incluso la inhiben (CHAPMAN, 1958; EWING y WAREING, 1978; GUERRERO, 1987).

El desarrollo de la parte aérea antes de la tuberización influye de forma variable en la tuberización (WURR, 1978). Así, cada cultivar requiere un determinado índice de área foliar (LAI) para iniciar la tuberización.

La patata es un cultivo particularmente sensible a la sequía, sobre todo durante la tuberización, pudiendo llegar a requerir en nuestras condiciones hasta 80 m³ por hectárea y día (GUERRERO, 1978).

La temperatura ejerce una gran influencia sobre la tuberización, sobre todo la nocturna. Por la noche se requieren temperaturas frescas; si son excesivamente elevadas favorecen el desarrollo de la parte aérea, en detrimento de la tuberización (MAROTO, 1989; BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990).

El fotoperiodo, afecta de forma directa a la tuberización. Las plantas tuberizan en condiciones de día corto, aunque cada variedad tiene un “fotoperiodo crítico” por encima del cual no tuberizan (EWING y WAREING, 1978; GUERRERO, 1978). Las variedades tempranas tienen un “fotoperiodo crítico” más alto que las tardías (MAROTO, 1989). Los fotoperiodos de día largo retardan la tuberización (BEUKEMA Y VAN DER ZAAG, 1990), promoviendo el crecimiento y la ramificación de la parte aérea.

5.2 Suelo.

El cultivo de la patata se extiende dentro de una amplia variedad de suelos, si bien, para que su rendimiento sea satisfactorio, éstos deben ajustarse en lo posible a las siguientes condiciones:

- El porcentaje de materia orgánica debería ser superior al 1,5 %, aunque contenidos inferiores son los más abundantes.

- La textura será ligera, la patata prefiere tierras mullidas, aireadas y con buen drenaje: suelos francos o arenosos preferentemente (GUERRERO, 1987).
- El pH del suelo conviene que sea ligeramente ácida o neutra, pH de 6 a 7, condiciones que suelen darse más en los terrenos arenosos. Es una planta que tolera una fuerte acidez (pH=5), en estos ácidos las enfermedades criptogámicas se desarrollan en menor medida.

También puede vegetar en terrenos arcilloso – calizo, llegando a tolerar un pH igual e incluso superior a 8, aunque en suelos calizos es donde más fácilmente se da la sarna (GUERRERO, 1987). Además con un pH alto se pueden presentar problemas de asimilación de nutrientes (fundamentalmente se bloquean los micro elementos), debido al alto contenido del suelo en carbonato cálcico (ALONSO, 1996).

- El exceso de sales solubles en el suelo (salinidad), tiene efectos muy desfavorables en los rendimientos, llegando a impedir el desarrollo cuando la conductividad es elevada. El valor óptimo de conductividad para el cultivo de patata es: $C < 2$ mmhos (suelo no salino) (HERRERO, 1993; VILLAR, 1993).

5.3 Fertilización.

La patata es un cultivo de elevadas exigencias nutricionales. Cualquier deficiencia la acusa con rapidez repercutiendo en los rendimientos, si bien, cuando el abonado es correcto resulta un cultivo “agradecido”, respondiendo muy bien a una correcta fertilización. El objeto del abonado es la mejora del rendimiento y de la calidad. Para obtener un alto rendimiento en un cultivo de patata, los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio del suelo deben estar dentro de unas cifras razonables y equilibradas. Además, cantidades muy pequeñas pero necesarias de micronutrientes (azufre, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro) deben estar a disposición de la planta. Normalmente estos últimos están en cantidades adecuadas en el suelo (ALONSO, 2002).

La única forma correcta de conocer los factores anteriores, así como las condiciones que afectan a cada suelo es recurrir a una análisis físico – químico del suelo.

5.3.1 Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo.

La extracción de los principales nutrientes del suelo por parte de un cultivo de patata por cada tonelada de tubérculos producida y por hectárea, se puede observar en la tabla nº 5.

Tabla nº 5. Extracción de los principales del suelo por parte de un cultivo de patata por cada tonelada de tubérculos producida. (ALONSO, 2002).

EXTRACCIONES	
Nutriente	Kg/Tn
N ₂ .	5
P ₂ O ₅ .	2
K ₂ O.	9
CaO.	4
MgO.	1

Los valores anteriormente expuestos son variables en función de la variedad, duración del ciclo, etc., nos da una idea aproximada del nivel de exigencias del cultivo.

La absorción de nutrientes es máxima coincidiendo con la fase de tuberización, o momento de mayor actividad fisiológica (VILLAR, 1993).

5.3.2 Papel de los principales nutrientes.

- Nitrógeno: un nivel adecuado de N, en presencia suficiente de P y K estimula tanto el crecimiento apical como lateral de los meristemos, por lo que hay que incremento en el desarrollo de las hojas. Las plantas con deficiencias de N son generalmente cloróticas, de crecimiento lento, erectas, con hojas también erectas de color verde normal por un tiempo más prolongado que el tejido internervial.

Los requerimientos de N aumentan rápidamente a medida que la planta desarrolla. El N es traslocado de las hojas inferiores hacia las superiores y eventualmente en mayor cantidad hacia los tubérculos. Durante el periodo de

crecimiento acelerado de la planta y tuberización es necesaria una adecuada disponibilidad de N.

Después de una lluvia o irrigación pesadas, algunas variedades de periodo vegetativo corto presentan en las hojas inferiores manchas negras en forma de pecas de 1 mm. de diámetro, lo cual puede ser aliviado con aplicaciones de N.

La toxicidad está influenciada por la forma en que el nitrógeno se encuentra disponible para la planta. Por lo general la toxicidad del nitrógeno se traduce en reducción de cosecha, desarrollo radicular pobre y las hojas pueden enrollarse hacia arriba. El amonio y/o nitritos que se forman a partir de la urea y el fosfato diamónico son tóxicos. En ciertos suelos la actitud de conversión de nitrógeno amoniacal en nitrógeno nítrico disminuye.

La aplicación de urea a dosis altas, puede causar daños, debido a la volatilización del amonio. Las quemaduras en las hojas y tallos que se producen cerca de los gránulos de la urea aplicada se deben a la volatilización del amonio y no al efecto osmótico de las sales. (HOOKER, 1980)

-Fosforo: el fosforo favorece el desarrollo radicular, aumenta la riqueza en fécula y adelanta la madurez (GUERRERO, 1987). Asimismo el fosforo tiende a incrementar el número de tubérculos (ALONSO, 1996).

La carencia de fosforo se traduce en una disminución del desarrollo de raíces, tuberización y crecimiento de tallos y hojas, que pueden tomar tonos rojizos o púrpuras e incluso necrosas en los bordes en caso de carencias muy graves. Asimismo la floración y maduración se retrasan (VILLAR, 1993).

-Potasio: el potasio favorece la formación de azúcares, activa la asimilación clorofílica y facilita la migración de la fécula de los órganos verdes a los tubérculos (GUERRERO, 1987).

Además también mejora la resistencia a condiciones climatológicas adversas (sequía, bajas temperaturas), a accidentes fisiológicos, plagas y enfermedades y se disminuyen el porcentaje de tubérculos pequeños producidos.

Los síntomas de deficiencia de potasa se manifiesta en las hojas que oscurecen anormalmente y encorvan hacia el envés.

-Calcio: el calcio es un elemento necesario para la división y crecimiento celular, jugando un papel fundamental en la absorción de nutrientes. Interviene sobre procesos fisiológicos, como economía acuosa de la planta o actividad de varias enzimas.

La movilización del calcio desde las hojas viejas hacia las jóvenes y de la parte superior hacia los tubérculos es limitada, por lo que el calcio debe estar disponible durante todo el periodo vegetativo de la planta y especialmente durante la tuberización.

Su escasez no es muy fuerte. Los síntomas de carencia se manifiestan en el cultivo por clorosis de las hojas, curvándose sus bordes hacia arriba.

Ya que la aplicación de caliza poco antes de hacer un cultivo de patata aumenta las probabilidades de tener problemas de sarna común, es aconsejable encalar el suelo en otro momento de la aplicación (ALONSO, 1996).

-Magnesio: como componente de la clorofila es un elemento esencial, influyendo notablemente en el desarrollo general. Además hay que prestar atención a la relación de este elemento con otros, en especial con el calcio y el potasio por ser ambos antagonicos con el magnesio (VILLAR, 1993).

5.3.3 Estimación precoz del estado nutricional de los cultivos.

Las plantas de patata requieren una cantidad relativamente alta de nitrógeno para un óptimo crecimiento y producción de tubérculos. Idealmente, la fertilización requerida debe encontrar la diferencia entre las necesidades de las plantas y la contribución de nitrógeno desde el suelo. Sin embargo la predicción exacta del aporte de nitrógeno desde el suelo es difícil, porque varía considerablemente con el tipo de suelo y condiciones ambientales.

Para asegurarse de que la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo es suficiente, se aplican cantidades altas de este elemento (MINOTTI *et al*, 1994).

La empresa Minolta Corporation ha desarrollado un pequeño aparato portátil, el SPAD-502, que proporciona lecturas instantáneas, no destructivas, de la clorofila de las hojas (YADAVA, 1986).

Así con este método, se puede determinar el nivel de nitrógeno de los cultivos para la correlación de deficiencias y poder realizar abonados más racionales.

- Tecnología del medidor de clorofila SPAD-502.

Las lecturas realizadas con el medidor de clorofila para predecir el estado nitrogenado de un cultivo se basan en la correlación existente entre la concentración de nitrógeno en la planta y la concentración de clorofila. La molécula de clorofila contiene cuatro átomos de nitrógeno. Además se ha demostrado que la clorofila extraíble de las hojas esta correlacionada positivamente con la concentración de nitrógeno en las mismas (TABEKE *et al*, 1990).

Aumentos de la concentración de clorofila en la hoja se debe a aumentos de la densidad de clorofila en los cloroplastos, mas que a aumentos del número de cloroplastos (TERASHIMA y SAEKI, 1993). Esto nos lleva a que las concentraciones de nitrógeno en una hoja aumentan con la densidad de clorofila en los cloroplastos. Por ello, la medida del verdor de una hoja da un camino para la determinación del estado nitrogenado de la misma.

Los valores calculados por el SPAD-502, se basan en la cantidad de luz transmitida por la hoja en dos longitudes de onda, en las cuales la absorción de clorofila es diferente.

Las fuentes de luz del SPAD-502 son dos diodos, uno que permite en la longitud del rojo (650 nm, pico de absorbancia de la clorofila) y otro en la de infrarrojo (940 nm, absorbancia no debida a la clorofila) a través de la hoja. El medidor tiene dos fotodiodos detectores, uno sensible a la radiación roja y otro a la infrarroja. La luz recibida se transforma en corrientes eléctricas que, son recibidas por un microprocesador que calcula un valor SPAD (Soil Plant Analysis Development) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{SPAD} = A(\log I_{or}/I_r) - \log (I_{or}/I_f) + B$$

Donde A y B son constantes, I_r e I_f son las corrientes de los detectores rojo e infrarrojo con muestra, e I_{or} e I_{of} son las corrientes recibidas de estos mismos receptores cuando no existe muestra (blanco) (WOOD *et al*,1993).

- Relación con la clorofila extraíble. Limitaciones del método.

Las lecturas de clorofila de las hojas realizadas in vivo por el medidor clorofílico, pueden ser una alternativa a los métodos colorimétricos in vitro, ya que

estos son seguros, pero son destructivos, requieren un sofisticado equipo de laboratorio y además son lentos.

Las concentraciones de la clorofila extraíble de las hojas han sido comparadas con lecturas del método clorofílico en numerosos estudios. En la mayoría de ellos, las relaciones entre la clorofila extraíble y las lecturas del SPAD es lineal. Por ejemplo, en estudios realizados en fresa por (HIMELRICK et al, 1993) se obtuvo un coeficiente de regresión $r^2= 0.92$.

Sin embargo en algunos estudios, se han encontrado con una serie de limitaciones:

- (YADAVA, 1986) comparó la clorofila extraíble de hojas de 22 especies bajo diversas condiciones de crecimiento, con lecturas SPAD. Se concluyó que tanto las diferentes especies de plantas, como las condiciones ambientales afectan a esta relación.

- En otros estudios realizados en manzanos (CAMPBELL et al, 1990; KAAKEH et al, 1992) y en vid (FANIZZA et al, 1991), se ha demostrado que las condiciones bajo las que han crecido las plantas (fertilidad del suelo, condiciones de agua, daños por pesticidas, etc) afectan también a la relación entre las medidas de clorofila in vivo e in vitro.

- En estudios realizados por (MONKE y BUGBEE, 1992) sobre trigo, arroz y soja, observaron que el coeficiente de correlación entre la unidades SPAD y las extracciones de clorofila realizada era mejor al hacer una regresión curvilínea ($r^2= 0,97$) que una regresión lineal ($r^2= 0,93$).

También observaron que el SPAD-502 sobrestima las concentraciones de clorofila cuando están en muy bajas o muy altas concentraciones; de ahí la relación curvilínea. Ellos lo atribuyeron a la dispersión de luz, a la reflexión de la superficie de las hojas y a variaciones en la distribución de pigmentos en las hojas.

- (MONJE y BUGBEE, 1992), apuntaron además otras limitaciones a los métodos clorofílicos existentes. Estos aparatos son instrumentos válidos para la medida de clorofila de la hoja in vivo, si: están adecuadamente calibrados para un conjunto dado de condiciones de crecimiento, se toman múltiples lecturas, se evitan los nervios de las hojas.

Además de estas condiciones también deberíamos tener en cuenta:

- Según recomendaciones de la propia empresa fabricante, las medidas del aparato por encima de las 50 unidades SPAD no resultan fiables.
 - Al realizar las medidas en campo, hay que posicionarse de espaldas al sol, de forma que al realizar las lecturas, al medidor le dé la sombra.
 - Los productos fitosanitarios como los herbicidas pueden alterar la estabilidad de la clorofila en las hojas o la capacidad de absorción de la luz (TURNER y JUND, 1991).
 - La planta puede elevar temporalmente los niveles de clorofila tras la aplicación de fertilizantes, debido a la baja disponibilidad de nitrógeno anterior. Dato que habrá que tener en cuenta cuando se realizan las lecturas (PIEKIELEK y FOX, 1992).
 - Las plagas y enfermedades pueden afectar a los niveles de clorofila en las plantas (PIEKIELEK y FOX, 1992).
- Relaciones con el estado nitrogenado del cultivo y el rendimiento.

Los primeros estudios que se realizaron sobre la aplicación de las lecturas del medidor clorofílico para la determinación del estado nitrogenado de un cultivo, comenzaron con el arroz en Japón. (TABEKE y YONEYAMA, 1989) estudiaron las relaciones entre las lecturas del SPAD-501 (versión anterior al SPAD-502) y las concentraciones de nitrógeno en las hojas de cuatro variedades de arroz. Obtuvieron buenos coeficientes de correlación que iban de 0,82 a 0,94, pero la relación entre las lecturas del SPAD y la concentración de nitrógeno varía con la variedad, localización del estudio y estadio de crecimiento.

En patata (MINOTTI et ál, 1994) realizaron un estudio sobre las lecturas clorofílicas en campo para valorar el estado nitrogenado en patata. Obtuvieron tendencias cuadráticas y lineales altamente significativas del análisis de regresión entre distintas dosis de nitrógeno y lecturas del SPAD y con los rendimientos de tubérculos. Concluyeron que las medidas del SPAD pueden identificar deficiencias severas y excesos de nitrógeno en patatas, pero serían de valor limitado para identificar ligeras deficiencias. La limitación más importante es que existen otros factores (variedad, estadio de crecimiento, estación de siembra, localización, etc) aparte del nitrógeno

disponible, que puede afectar al crecimiento de la planta, al desarrollo de la clorofila y a los valores obtenidos con el SPAD.

(PIEKIELEK et al, 1995) usaron el medidor de clorofilas para evaluar las deficiencias o excesos de nitrógeno en estadios tempranos de maíz. Para tratamientos con lecturas del aparato por encima de las 52 unidades SPAD, el exceso de nitrógeno que podría haber sido aplicado podría no ser predicho con exactitud. Los resultados indican una correlación positiva ($r^2 = 0,81$) entre el rendimiento de la cosecha y las unidades SPAD.

En trigo de invierno, (REEVES et al, 1993), observaron que las lecturas del SPAD-502 cuando la espiga está a 1 cm, están significativamente correlacionadas con la concentración de nitrógeno en los tejidos y la producción de grano. Estadios más tempranos no dan buenas correlaciones. Según estos autores las medidas del SPAD tienen potencial pero combinadas con otras medidas simples como la determinación de la materia seca o test de nitratos en el suelo, para desarrollar métodos rápidos y fiables para predecir los requerimientos de fertilización del trigo de invierno.

En algodón, (WOOD et al, 1992b), compararon las lecturas del SPAD-502, con el estado nitrogenado del cultivo en distintos estadios. Concluyeron que las lecturas realizadas con el SPAD-502 están altamente correlacionadas con las concentraciones de nitrógeno en los tejidos, pero esta correlación no es tan buena con la producción de algodón.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, se podría concluir que el medidor clorofílico portátil ofrece un medio fiable para remplazar a los lentos métodos in vitro para la estimación de las concentraciones de clorofila en hoja. Además la aplicación práctica de la determinación del nivel de nitrógeno en los cultivos parece prometedora. Sin embargo, existen algunas limitaciones (anteriormente expuestas) con respecto al uso de los métodos clorofílicos para la determinación de la concentración de clorofila en las plantas y su estado nitrogenado.

También hay que tener en cuenta que como los factores genéticos y ambientales influyen en el verdor de las hojas de las plantas, la estandarización de las lecturas para otras especies, variedades, localizaciones y estado de crecimiento parece no ser factible.

6. TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN

6.1 Laboreo y preparación del terreno.

Para el buen desarrollo de los tubérculos es necesario que el terreno quede mullido, tenga suficiente profundidad y este bien desmenuzado. Para poder conseguirlo se realizan varias labores. La primera labor es de fondo y tiene como objetivo realizar las labores de enterrado de los restos vegetales, es una labor gruesa en la que el suelo se fragmenta en grandes terrones. Esta labor se realiza un día antes de la siembra o en invierno, con arado de vertedera. Si se realiza en invierno los terrones formados quedan expuestos durante el invierno a la acción sucesiva de heladas y deshielos que los van desmenuzando.

Poco antes de la plantación se realiza el aporte de abono y se realiza un pase de rotavator para dejar el terreno disgregado.

6.2 Plantación.

En la plantación se debe utilizar semilla certificada ya que la etiqueta oficial o el precinto son una garantía de que esa semilla ha sido controlada. Así en ese control se reconoce las condiciones precisas de sanidad, vigor vegetativo y pureza varietal. Respecto a la sanidad se controla especialmente la posibilidad de que la patata tenga virosis, que ocasiona en el cultivo.

El calibre de la semilla debe ser más o menos uniforme para que tanto la emergencia de las plantas como el cultivo en sí sean lo más uniforme posible (ALONSO, 2002).

En muchos países, como España, el troceado de la semilla es una práctica habitual, sobre todo si se utiliza semilla de calibre grande. El troceado de los tubérculos tiene ventajas como romper la dominancia apical, ahorro de semilla, adelanto de la nascencia, reducir la población de tallos por m², conseguir tubérculos grandes y uniformes. La principal desventaja del troceado es la transmisión de enfermedades y formación de podredumbres (HERRERO, 1990). Por ello se desaconseja realizar esta práctica.

A pesar de esto, cuando se realiza el troceado hay que cicatrizar el corte, las células más exteriores de la superficie cortada suberizan y debajo de esta capa se forma

el peridermo. El tiempo necesario para que se forme esta capa de pende de: la variedad, edad de la semilla, temperatura, humedad y del contenido en oxígeno de la atmósfera que hay alrededor (ALONSO, 2002). También se puede tratar a la semilla con un fungicida cicatrizante.

Previamente a la plantación, existe la posibilidad de realizar una pregerminación para evitar brotaciones anormales, reservando solo para plantación los tubérculos de yemas cortas, gruesas y bien coloreadas. Con esta técnica aparecen menos fallos, y el período comprendido entre siembra y nascencia, que suele oscilar alrededor de un mes en las variedades normales, queda reducido a unos 15 días (MAROTO, 1992).

Respecto a la plantación, la separación entre surcos puede variar mucho; una distancia pequeña entre surcos (60-70 cm) proporciona una mejor distribución de los tallos, pero para la mecanización lo mejor son distancias entre surcos más amplias (75-90 cm). La separación entre plantas también varía, pero lo normal es 0,3-0,4 m.

En cuanto a la dosis de siembra, para obtener unas 40.000 – 50.000 plantas / ha, es de 1,5 y 2,5 toneladas de semilla/ ha (ALONSO, 2002).

B) ZANAHORIA

1. TAXONOMIA Y CARACTERISTICAS BOTANICAS.

Pertenece a la familia *Unmbeliferae* y su nombre científico es *Daucus carota L.*

Es una planta bianual que en condiciones normales sube a flor durante el 2º año de cultivo (MAROTO, 1989).

Presenta su raíz hipertrofiada, principalmente a base de parénquima cortical. Hojas con peciolos largos, doble o triplemente pinnado – partidas y que se disponen en rosetas.

El tallo floral se desarrolla el 2º año pudiendo alcanzar una altura de 1,5 m.

Flores en umbela, blancas, amarillentas o azuladas. Semillas pequeñas, de color verde oscuro y con dos caras asimétricas, una plana y otra convexa, provista en sus extremos de unos agujijones curvados. El peso de 1000 semillas es de unos 0,75 g y su capacidad germinativa media de tres años (MAROTO, 1989).

En general, el contenido en caroteno es mayor en la corteza de la raíz que en el centro de la misma, y asimismo más elevado en el cuello que en el ápice interior.

2. FISIOLÓGÍA DE CRECIMIENTO.

La zanahoria es una planta bianual que, en condiciones normales, durante el primer año de cultivo, desarrolla principalmente una roseta de hojas y almacena posteriormente sus reservas en su propia raíz, hipertrofiándola. Lester et al. (1982) han estudiado los procesos fisiológicos de la acumulación de azúcares en la zanahoria y su relación con otros parámetros de crecimiento, habiendo concluido que las líneas varietales que acumulan mayor contenido en azúcares son las que poseen una madurez fisiológica más tardía, lo que les permite una mayor prolongación de la actividad fotosintética.

Durante el 2º año de cultivo emite el tallo floral, que se expansiona gracias a las reservas acumuladas en el primer año de cultivo. La zanahoria es una planta de día largo.

Thompson y Kelly (1957) señalan que, en experiencias realizadas en ese cultivo, una exposición de plantas de zanahoria durante quince días a una temperatura de 4- 10 °C produjo la subida a flor prematura del 100 por 100 de las plantas. Si la temperatura de crecimiento era de 15-21 °C, solo se producía la subida a flor prematura de un escaso porcentaje de las mismas y a 21- 27 °C no se observaba emisión alguna de tallos florales.

La subida a flor prematura es un accidente fisiológico que deprecia la calidad comercial de las zanahorias, puesto que, con la floración, se produce una rápida lignificación de los tejidos radiculares. Existen algunos cultivares más resistentes que otros a la floración prematura

Otros factores, como las siembras tardías y con altas densidades, disminuyen la incidencia de la subida a flor prematura.

En el color y el tamaño que han de alcanzar las raíces de zanahoria, juega un importante papel la temperatura.

El sabor de la zanahoria está regido principalmente por su composición en azúcar y flavonas.

3. EXIGENCIAS EN CLIMA Y SUELO

Aunque en cierto momentos del ciclo vegetativo las zanahorias pueden soportar heladas de hasta -3°C para llegar a perder su parte aérea y hasta – 5°C para sufrir daños en las raíces, las temperaturas óptimas de desarrollo están comprendidas entre 15 °C y 18°C. La semilla comienza a germinar a partir de 7°C, con un arco óptimo que va desde 15°C a 20°C, y acaba en un máximo de 30 °C.

En el periodo de acumulación de reservas, las temperaturas frescas provocan el alargamiento y la fuerte pigmentación de la raíz, por el contrario, las temperaturas elevadas, la acortan y la hacen palidecer.

Si a partir de una cierta edad de la planta y un determinado número de hojas, generalmente siete, se producen temperaturas frías de forma reiterada, se puede provocar una vernalización que dará como consecuencia la subida a flor. Este fenómeno es posible en los cultivos de contraestacion o en ciclos precoces con periodos climáticos poco habituales.

Posee exigencias importantes de humedad y, en caso de sufrir de sequía, la raíz adquiere un aspecto menos cilíndrico y se forma sobre el pericilo un reticulado fibroso que deprecia el valor comercial de esta raíz.

El cultivo de la zanahoria es muy exigente en suelos y no se desarrolla plenamente en cualquier situación. El crecimiento de la raíz y su calidad vienen influenciados directamente por el suelo y las características culturales de la parcela. Por eso, cierto tipo de suelos como los muy arcillosos o demasiado pedregosos no son aptos para el cultivo.

Para exprimir al máximo el desarrollo integral de la zanahoria se requiere un suelo profundo, con una textura franco - arenosa o limosa capaz de mantener bien la humedad y con porosidad suficiente para conferirle una buena aireación. Los terrenos pesados producen raíces duras, fibrosas, de menor longitud, coloración y diámetro. Pueden provocar fácilmente podredumbres. Los muy pedregosos retuercen o bifurcan en exceso las raíces, impiden los cultivos homogéneos y dificultan extraordinariamente la recolección. La zanahoria requiere terrenos neutros o ligeramente alcalinos y no soporta suelos ácidos. El pH adecuado debe variar entre 6,5 y 7,5. Es igualmente muy sensible a la salinidad, la conductividad eléctrica o medida de salinidad tiene que estar menos de 0,6 o disminuye el rendimiento.

No es aconsejable hacer fuertes aportes de materia orgánica inmediatos a una siembra de zanahoria que liberen nitrógeno en exceso provocando un fuerte desequilibrio entre las raíces y las hojas a favor de estas últimas y disparen ciertos problemas patológicos. Por el contrario, niveles muy pobres de materia orgánica ocasionan problemas de estabilidad en la estructura de la raíz e indirectamente se provocan problemas de pudrición. Si se hacen, es preferible incorporarlos dentro de la rotación en el cultivo, o con una antelación de 5 ó 6 meses antes de sembrar.

Además de las condiciones básicas descritas, un buen drenaje, nivelación y ventilación sin un exceso de exposición al viento son condiciones igualmente requeridas.

En cuanto a los precedentes culturales, acepta bien las liliáceas, las hortalizas de hojas y los grandes cultivos, como el maíz. No son aconsejables las hortalizas de raíz ni repetir otro cultivo de zanahoria en al menos cinco años.

4. FERTILIZACIÓN

El nivel de extracciones de las zanahorias varía, según las fuentes consultadas, en función de los rendimientos, la variedad, etc.

A pesar de que en general no es aconsejable, en hortalizas aprovechables por sus raíces, hacer aportaciones orgánicas inmediatamente antes del cultivo, se ha comprobado que si estas se realizan, siempre que los estiércoles estén bien descompuestos, se observa un incremento en los rendimientos. Un estiércol demasiado fibroso puede inducir la formación de raíces ahusadas.

Para la fertilización mineral es aconsejable partir con el conocimiento que da un análisis de suelo reciente.

En la fertilización nitrogenada hay que tener en cuenta que si se ha incorporado nitrógeno hay que limitar el uso de nitrógeno durante el cultivo a fin de evitar los altos contenidos de nitratos en las raíces cuando llegue el producto a los consumidores. Se sabe que los abonados precoces con nitrógeno favorecen la formación de caroteno y, por otro lado, el uso tardío y en exceso puede desequilibrar la relación raíces/hojas a favor de estas últimas en detrimento de una buena calidad de las raíces.

El nitrógeno suele aplicarse en fondo a razón de 60 – 80 UF y el resto en cobertera fraccionado en varias veces. La siguiente, un mes después de la emergencia del cultivo, preferiblemente en forma amoniacal con 30-40 UF de N₂. Treinta días después, se suele aplicar en forma de nitrato potásico con 20-30 UF.

El fosforo se usa todo en fondo con las labores de preparación de suelo, y la potasa toda en fondo o, preferiblemente, se deja para la última fase en forma de sulfato potásico con 40-60 UF.

La extracción de los principales nutrientes del suelo por parte de un cultivo de zanahoria por cada tonelada de raíz producida y por hectárea, se puede observar en la tabla nº 6.

Tabla nº 6. Extracción de los principales del suelo por parte de un cultivo de zanahoria por cada tonelada de raíz producida. (MAROTO, 1989).

EXTRACCIONES	
Nutriente	Kg/Tn
N ₂ .	5
P ₂ O ₅ .	3
K ₂ O.	8
CaO.	2
MgO.	1

Es una hortaliza que puede acusar frecuentemente la carencia de boro, existiendo riesgo de carencia en suelos calizos cuyo contenido en boro sea inferior a 1 ppm. En tales casos será conveniente la incorporación de bórax en el abonado de fondo, así como pulverizaciones foliares con soluciones nutritivas de boro. En cualquier circunstancia, no debe sobrepasarse la dosis normal de utilización. En suelos ácidos este riesgo disminuye hasta contenidos de 0,3 – 0,4 ppm.

5. RIEGOS

En las condiciones de climas áridos, a las cuales pertenecen nuestras más importantes zonas productoras españolas, el riego es necesario para un cultivo rentable que busque un producto de calidad.

Hay tres periodos críticos para el riego en el cultivo de zanahoria:

- Implantación del cultivo: periodo que va desde la emergencia hasta que las plantas emiten las dos primeras hojas verdaderas.
- Desarrollo de las hojas y la elongación de la raíz: las necesidades de agua crecen paralelamente al desarrollo del sistema foliar.
- Engrosamiento de la raíz: el aumento de peso es muy rápido y se gana o se pierde el rendimiento del cultivo.

Es la fase de acumulación en la raíz de caroteno, cuando adquiere la fuerte coloración anaranjada. La falta de riegos en estos momentos puntuales ocasiona pérdidas irreparables en el rendimiento. Los déficits sostenidos ocasionan la pérdida en rendimientos por raíces más finas, también la depreciación del producto por deformaciones en el grosor o productos endurecidos y menos lisos. El exceso o las variaciones bruscas en los riegos, pueden provocar agrietados y pudriciones radiculares.

Un cultivo regado de forma progresiva en función del estado de desarrollo de las raíces produce un aumento del rendimiento en mayores calibres. Produce raíces más lisas con lenticelas menos marcadas. La actividad fotosintética es mayor y, por lo tanto, se traduce en una mayor tasa de acumulación de azúcares.

6. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y ALTERNATIVAS MÁS ACONSEJABLES

De una buena preparación del suelo va a depender los intercambios entre la planta y el suelo y, con ello, los buenos resultados del cultivo. Para el establecimiento del cultivo, para el máximo desarrollo de la raíz, así como para una correcta recolección, debemos preparar una banda homogénea de 25 – 30 cm, en función de los hábitos tradicionales de preparación; evitando preparaciones muy superficiales que impidan el pleno desarrollo de la raíz, ni excesivamente profundas que provoquen la subida de materiales del fondo poco fértiles.

Suele ser aconsejable subsolar con anterioridad a la labor de fondo, con unos 10 cm por debajo de la capa arada para romper la suela formada por sucesivas preparaciones del suelo. Esta labor permite el pleno desarrollo en profundidad de la raíz.

Inmediatamente antes de la siembra, debe prepararse el lecho de la simiente. Tiene como misión afinar las partículas de tierra, romper los terrones formados en la preparación y nivelar la parcela. La finalidad es crear la banda de tierra fina capaz de asegurar un buen contacto con la semilla; facilitar la acción de los herbicidas y asegurar que durante el periodo de emergencia de la semilla ascenderá hasta el agua por capilaridad.

7. SIEMBRA

La siembra se realiza con sembradora neumática o mecánica. Se trata de encontrar el equilibrio para que condiciones óptimas de tempero y mullimiento de suelo, junto con una regulación adecuada del sembrador y la utilización de semillas certificadas homogéneas se conjuguen para dar una emergencia uniforme.

Dos aspectos son básicos a tener en cuenta a la hora de la siembra: la densidad y la repartición de la semilla en el suelo. Cada raíz tiene que exprimir al máximo las condiciones de su fracción de suelo y que durante todo el cultivo el agricultor pueda realizar las labores de cultivo de la forma más rentable y cómoda.

En los cultivos modernos, suele sembrarse en bancos o mesas de 1,5 m de ancho, en la cual se realizan de 4 a 8 líneas de siembra en función de la textura del suelo y el destino del cultivo, dejando pasillos para el paso de la maquinaria. Suele emplearse desde 0,5 a 1,5 millones de semilla/ha, en función del destino de las zanahorias. A medida que se incrementa la densidad de siembra las raíces son más cilíndricas y menos cónicas, aunque puedan aparecer interacciones con otros factores como el cultivar, la temperatura, el momento de efectuar la recolección, etc., en lo que se refiere a los rendimientos.

La profundidad de la semilla en la siembra debe quedar en 0,7 a 1 cm, en suelos pesados y de 1 a 1,3 para suelos ligeros. Cuando se utiliza semilla revestida, las profundidades aconsejadas van de 1,2 a 1,5 cm.

En zonas templadas puede sembrarse a lo largo de todo el año, aunque normalmente se suele sembrar entre febrero y noviembre. En regiones frías, como Castilla –León, en que se cultivan zanahorias de raíces compactas destinadas a la industria o al mercado interior, las siembras se hacen entre marzo y mayo, para recolectar entre finales de la primavera y mediados del otoño, siendo esta en esta zona frecuente la sistematización del terreno en mesetas distanciadas 1-1,10 m, sobre las que se siembran 4 – 6 líneas.

8. LABORES DE CULTIVO

Como cualquier cultivo, la zanahoria requiere cuidados en progresión. Soporta mal el estrés hídrico, los grandes cambios climáticos y los terrenos pedregosos, mal preparados o aquellos que no liberan los elementos fertilizantes de forma progresiva y suficiente.

Compite mal con las malas hierbas, sobre todo en las primeras fases del cultivo hasta que cubre el suelo con su masa foliar. En la actualidad existen buenos herbicidas selectivos que permiten controlar las malas hierbas, pero que es preciso usar en el contexto de las labores de suelo y en función de la humedad del suelo y su componente en arcilla. El mejor herbicida es aquel que ataca a las hierbas incluso antes de nacer, por tanto, los herbicidas de presembrado son los más eficientes.

Inmediatamente antes de la siembra o entre la siembra y la emergencia se pueden usar herbicidas totales como glifosato o paraquat + dicuat. Igualmente, a lo largo de todo el ciclo del cultivo pueden emplearse los herbicidas de acción contra gramíneas.

Los herbicidas específicos más importantes son:

- Linurón: actúa por contacto y por las raíces. Puede ser utilizado en preemergencia y postemergencia. En el segundo caso, no antes de las dos hojas verdaderas del cultivo. Este producto confiere a la planta cierta sensibilidad a las temperaturas extremas, por tanto, es aconsejable no utilizarlo después de muy altas temperaturas o muy bajas temperaturas, o cuando se presume que puedan darse estas condiciones.
- Pendimetaline: actúa en complemento del linurón. Inhibe el desarrollo de las plántulas de malas hierbas.
- Metoxurón: actúa por absorción foliar y radicular sobre gran número de adventicias. Se usa en presembrado o después de que la zanahoria alcance el estado de tres hojas verdaderas.
- Prometrina: actúa por vía radicular y foliar. Puede utilizarse en preemergencia y en postemergencia precoz de adventicias

9. RECOLECCIÓN

Las variedades de zanahoria tienen un ciclo de cultivo variable, que cubren entre setenta y cinco y ciento treinta días.

Son múltiples los usos de la zanahoria en el mercado. El estado de recolección va a depender finalmente del uso que el mercado le demande. Actualmente, casi la totalidad de los tipos de zanahoria se recolectan mecánicamente, salvo las variedades de manojos y otras raras excepciones. Los manojitos se recolectan y confeccionan manualmente para que lleguen frescos al mercado con el máximo de hojas tersas.

Se recolecta, en forma generalizada, en el máximo desarrollo de la raíz, cuando la punta está bien rematada, las paredes son lisas, bien coloreadas y se alcanza el máximo de peso potencial. Todo este proceso sucede con antelación a la subida a flor que deprecia el producto.

Las máquinas, con independencia de ser arrastradas, suspendidas o automotrices, recolectan por dos sistemas básicos: aprehensión por hojas o por raíces.

El primer método es el más usado para recolecciones de estación y destinado a la industria transformadora. El segundo, a recolecciones de zanahoria conservadas en campo durante el invierno.

El destino mayoritario en España una vez recolectada son los lavaderos, que consisten en unos cilindros con agua los cuales procede a la eliminación de la tierra y partículas extrañas que acompañan las raíces. Posteriormente, suele pasarse por una cadena de selección donde son eliminadas las raíces torcidas, deformes, de pequeño calibre o excesivamente gruesas. A continuación son pesadas y empaquetadas.

El rendimiento medio de un cultivo de zanahorias puede cifrarse entre 25 y 35 t/ha.

10. FISIOPATIAS

- Sequía: produce fibrosidades de consistencia dura que deprecian la calidad comercial.
- Raíces agrietadas: accidente relacionado con la humedad del suelo. Suele ocurrir en épocas en que las raíces engordan demasiado, mientras que el crecimiento foliar es escaso.
- Raíces bifurcadas: deformadas, montadas, anomalía típica que suele presentarse cuando se cultivan zanahorias en suelo pedregoso, excesivamente fuertes o aterronados.
- Necrosis foliares: en ocasiones pueden verse necrosis marginales en hojas todavía no desarrolladas totalmente, en el caso de que el cultivo de este realizando en condiciones climáticas muy favorables. Estas necrosis parece ser que pueden ser atribuidas a una mala traslocación del calcio.
- Carencia de boro: produce manchas gomosas en las raíces, enmarroneamiento de las mismas y deformaciones.

3. OBJETIVOS

Los objetivos del estudio los dividimos en:

- Objetivo general: evaluación de las prácticas convencionales de fertilización y riego en patata y zanahoria, en Rodezno (La Rioja),
- Objetivos específicos:
 - + Evaluar la herramienta SPAD-502 dentro de los programas de fertilización de patata.
 - + Ajuste de la fertilización fosfopotásica en función del análisis de suelo.
 - + Utilidad del balance de N para ajustar la fertilización nitrogenada
 - + Ajuste del volumen de agua y frecuencia de riego mediante la ETC.
 - + Evaluar la respuesta del cultivo desde el punto de vista de rendimiento y calidad.
 - + Influencia a nivel económico de las prácticas realizadas.

4. MATERIAL Y METODOS.

4.1 ZONAS DE ESTUDIO.

4.1.1 Localización.

La finca donde se ha realizado el ensayo de patata se halla enclavada en el término municipal de Rodezno (La Rioja), paraje “El estanque”, polígono 504, parcela 303, y se accede a ella por la carretera nacional N-232 (Fotografía nº 4).

El ensayo en zanahoria se realizó en el mismo término municipal, paraje “Camino de Zarratón”, polígono 506, parcela 458 (Fotografía nº 4).

Desde el punto de vista agrícola y atendiendo a la división en “Comarcas Agrarias” del Ministerio de Agricultura (1978), Rodezno pertenece a la comarca de La Rioja Alta.



Fotografía nº 3. Mapa de La Rioja



Fotografía nº 4: Visión aérea de las parcelas de ensayo.

4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

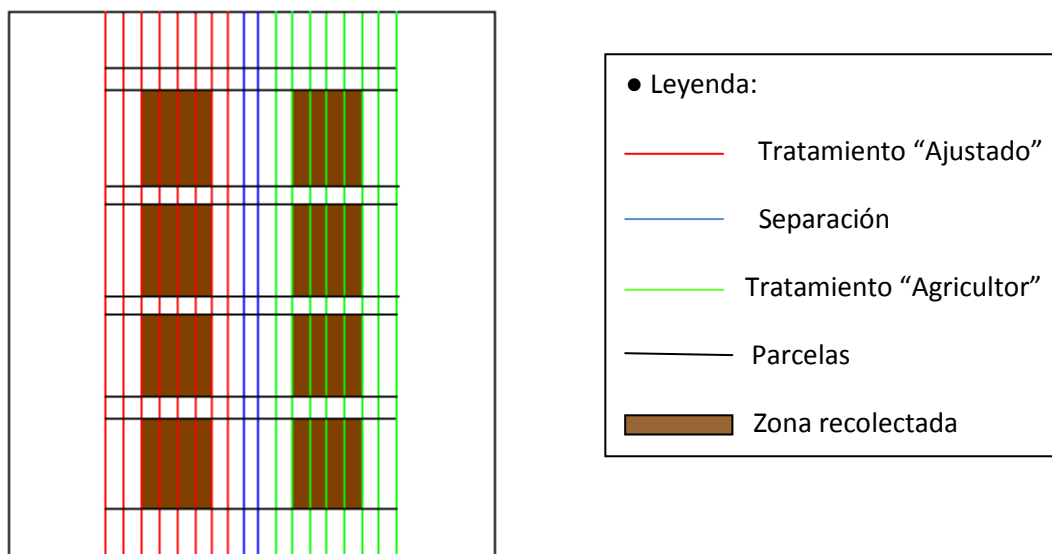
4.2.1 Ensayo en patata.

El ensayo en patata consta de dos tratamientos, a los cuales les denominamos “Ajustado” y “Agricultor”. El diseño experimental está formado por bloques al azar con cuatro repeticiones. El único factor del ensayo es, el manejo del cultivo que incluye la fertilización y el riego.

Cada parcela elemental está formada por ocho caballones de 10 m. de longitud, separados entre ellos 0,75 m. Entre los dos tratamientos hay dos caballones los cuales hacen el efecto de borde. Cada parcela elemental está separada de la siguiente una distancia de 4 m (Fotografía nº 5).

De cada parcela elemental solo se recolectaron cuatro de los ocho caballones como se puede observar en la (Fotografía nº 5).

A continuación se muestra un esquema del diseño del ensayo.



Fotografía nº 5. Distribución del ensayo.

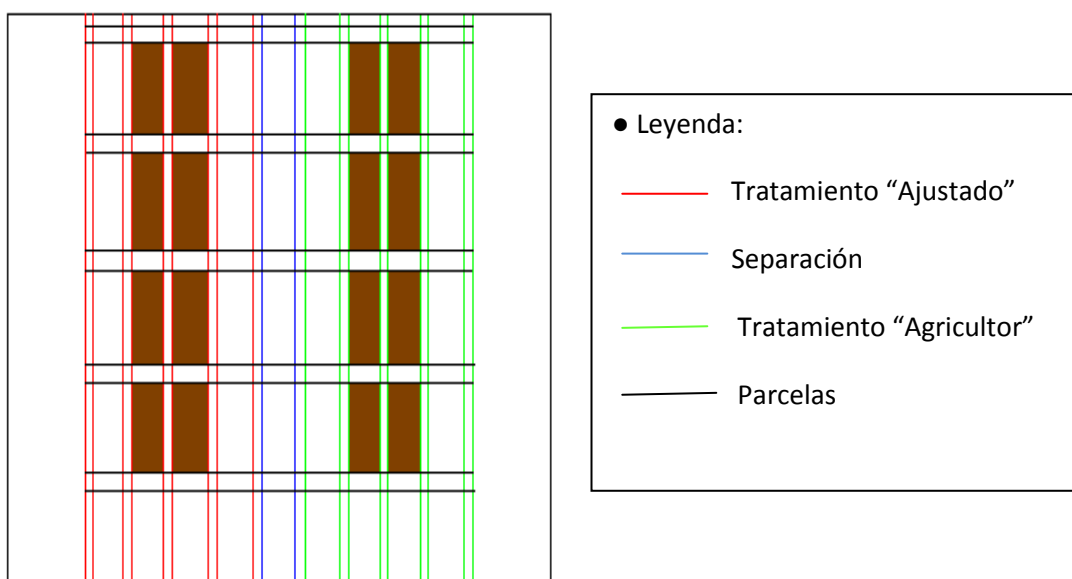
4.2.2 Ensayo en zanahoria.

El ensayo en zanahoria consta de dos tratamientos, a los cuales les denominamos "Ajustado" y "Agricultor". El diseño experimental está formado por bloques al azar con cuatro repeticiones. Los dos factores de estudio son, la fertilización del cultivo y el manejo de riego.

Cada parcela elemental está formada por cuatro mesas de 10 m. de longitud, separados entre ellos 1,5 m. Entre los dos tratamientos hay una mesa el cual hace el efecto de borde. Cada parcela elemental está separada de la siguiente una distancia de 4 m. (Fotografía nº 5)

De cada parcela elemental solo se recolectaron dos de las cuatro mesas que la forman, como se puede observar en la (Fotografía nº 5).

A continuación se muestra un esquema del diseño del ensayo.



Fotografía nº 5. Distribución del ensayo

4.3. MATERIAL VEGETAL.

4.3.1 Ensayo en patata.

La variedad de patata plantada, ha sido Hermes (Saatbah). Es la variedad más cultivada en la zona de la Rioja Alta, debido a su rusticidad, elevado rendimiento y buena aptitud como patata destinada a frito. Es una variedad semítardía, de excelente calidad, con muchos tubérculos de calibre homogéneo. Con una buena propagación vegetativa, con plantas medianas y altas. Susceptible al nematodo dorado de la patata. No susceptible a la sarna verrugosa. Bastante resistente al enrollamiento de las hojas, muy buena resistencia al virus A y buena resistencia al *virus Yn*. Bastante resistente a la sarna común. La resistencia a la *Phytophthora* del follaje es moderada, mientras la resistencia del tubérculo es bastante buena. (THE BRITISH POTATO COUNCIL, 2000).

4.3.2 Ensayo en zanahoria.

La variedad de zanahoria sembrada ha sido Bangor (Bejo Zaden). Es una variedad de media estación, recomendada para industria, la cual se ha convertido en la más cultivada en la zona de Rioja Alta. Esto es debido a su facilidad de cultivo, sus altos rendimientos y su demanda en la industria transformadora. Es una zanahoria

híbrida, con un ciclo de 115 a 120 días, cilíndrica, gruesa, de buen color, uniforme y con buena tolerancia a enfermedades (tolerancia a *Alternaria sp.* y *Cercospora sp.*) aunque sensible al rajado.

4.4 TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN EN PATATA.

4.4.1 Preparación del terreno.

Para llevar a cabo la preparación del terreno, se ha comenzado arando la parcela, con el objetivo de romper las capas impermeables, y evitar la compactación del suelo. Esta operación se llevó a cabo el día 17-03-09.

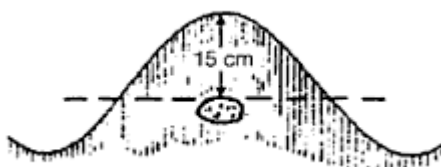
Al día siguiente, se continuó con la preparación de la cama de siembra. De esta forma se aprovecha el tempero sacado al arar para disgregar más fácilmente los terrones con el rotavator, y, obtener así, un suelo fino y disgregado para realizar la siembra.

4.4.2 Plantación.

La plantación se ha realizado el mismo día que el pase de rotavator, es decir el día 18-03-09. Esta se ha realizado con una sembradora automática, acaballonando directamente el surco. La profundidad de plantación, si por esta entendemos la distancia entre la parte superior del tubérculo y la parte superior del caballón, es de 15 cm. (Fotografía nº 6).

El marco de plantación es de 0,75 m. entre caballones y 0,35 m. entre plantas.

La dosis de siembra gastada ha sido de 2000 kg / ha y se utilizó semilla de calibre mediano anteriormente troceada.



Fotografía nº 6. Profundidad de siembra. (NIVAA, 1981).

4.4.3 Fertilización.

Las extracciones de N en el cultivo de patata son de 5 kg N/ tonelada (ALONSO, 2002). La producción esperada asciende a 50 toneladas/ ha. Por consiguiente cada hectárea de cultivo extraerá 250 UFN.

- Fondo.

Antes de realizar la plantación de las patatas, se realizó un análisis físico-químico del suelo (Anexo 1). Para la realización de este análisis se tomaron muestras de suelo en 10 puntos de la parcela a una profundidad de 30 cm con una barrena, a continuación se homogenizaron las muestras y posteriormente se enviaron al laboratorio. Una vez obtenidos dichos resultados y comparados con las necesidades del cultivo se decidió no abonar en el tratamiento denominado “ajustado”, ya que el contenido de P_2O_5 en el suelo está en el límite entre normal y alto (ALONSO, 2002). El contenido de K_2O según la valoración de los análisis se encontró en muy alto para el tipo de suelo y el contenido de N en el suelo es suficiente para cubrir las necesidad del cultivo hasta la primera cobertera según la gráfica de extracción de N, periodo en el que la planta extrae el 15% de N total.

Tabla nº 7. Contenido en Kg/ha de los distintos nutrientes.

Nutriente	Contenido en Kg/ha
K2O	2113
P205	2066

Sin embargo el agricultor realizó un aporte con un abono complejo (8-15-15) a una dosis de 900 kg/ha.

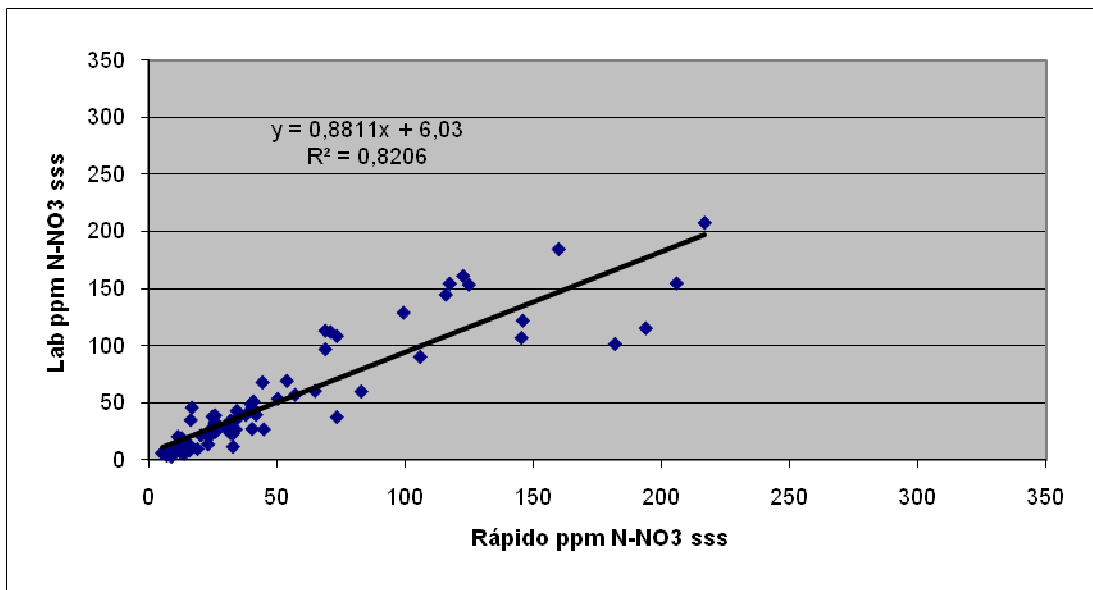
- Coberteras

Previamente a la realización de cada una de las coberteras, en el tratamiento “Ajustado” se realizó un muestreo de suelo para la determinación del nitrógeno nítrico ($N-NO_3$).

En cada parcela elemental se toma una muestra procedente de tres puntos, a una profundidad de (0 – 30 cm.) en la primera cobertera, y dos muestras en la segunda cobertera, a profundidades de (0 – 30 cm.) y de (30 – 60 cm.).

Una vez tomadas las muestras se comenzará la extracción y cuantificación de los nitratos según el protocolo siguiente (JEMISON y Fox, 1998; ROTH et al., 1991; HARTZ et al., 1994):

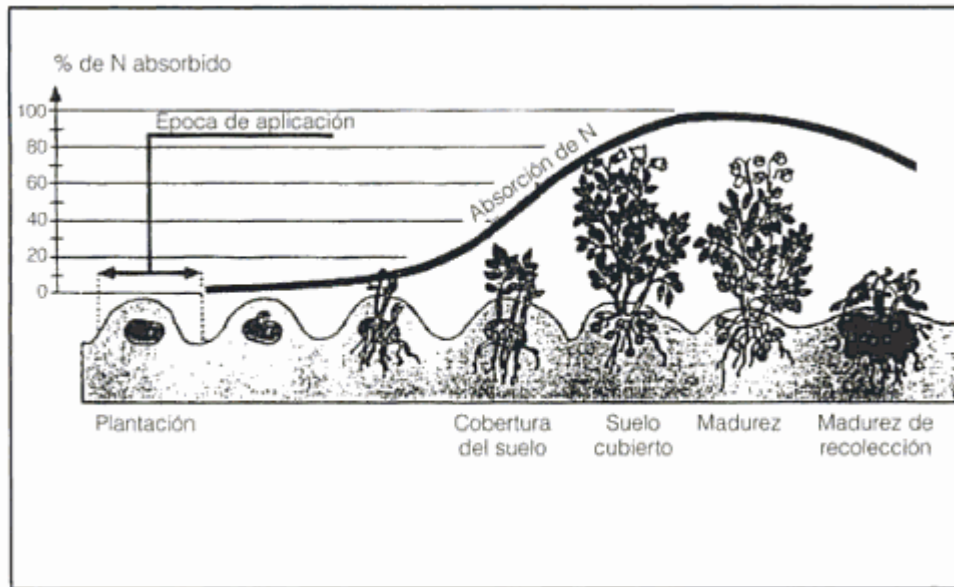
- 1) Prepara la solución extractante de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 0,025M.
- 2) Verter 30 ml de la solución extractante en un tubo de plástico de centrifuga volumétricamente marcado.
- 3) Añadir suelo hasta que el nivel del extractante llegue a la marca de 40 ml. (El suelo no debe estar seco ni triturado.)
- 4) Agitar vigorosamente el tubo para tratar de dispersar los agregados del suelo, después dejar reposar (varias horas) hasta que el sobrenadante se quede limpio / claro.
- 5) Introducir una tira analítica Reflectoquant en el sobrenadante. Mantenerla durante unos segundos y sacarla.
- 6) Sacar la tira analítica Reflectoquant, eliminar el líquido excedente sacudiéndola e introducirla tras el paso de 1 minuto en el adaptador RQflex.
- 7) Anotar la lectura.
- 8) Para obtener el valor en ppm N- NO_3 sobre suelo seco deberemos de dividir el valor obtenido por 2.



Gráfica nº 1. Relación entre el análisis de laboratorio y el método rápido. (ARREGUI, comunicación personal)

El 5 de Mayo se realizó el muestreo para la aplicación de la 1ª cobertera al cultivo. En esta aplicación se cubre las necesidades del cultivo, según la fotografía nº, que van desde la emergencia de las plantas hasta el suelo cubierto. Estas suponen aproximadamente el 75% de las necesidades totales, lo que corresponde a 188 kg N/ha. Según los muestreos realizados en el tratamiento “Ajustado” hay una media de 82 kg (N-NO₃)/ha. por lo cual corresponde realizar un aporte de 106 UFN, los cuales se aportan con sulfato amónico (21,5 % N). El aporte se realiza el día 8 de Mayo. Este día también se lleva a cabo el aporte en el tratamiento “agricultor” con el mismo tipo de abono pero a una dosis menor (tabla nº 8).

El 24 de Julio se lleva a cabo el segundo muestreo con la intención de realizar la 2ª cobertera. Los resultados obtenidos en el muestreo del tratamiento denominado “ajustado” dicen que hay suficiente N en forma nítrica para terminar de cubrir el 10% restante que la planta absorberá a partir de esta fecha, estas según la fotografía nº, corresponden a las necesidades desde suelo cubierto a final de la maduración. Estas necesidades corresponden a 25 kg N/ha. Según los análisis realizados en el tratamiento denominado “Ajustado” hay una media de 45 kg N-NO₃/ha, con lo cual no es necesario realizar un aporte para terminar de cubrir las necesidades del cultivo.



Fotografía nº 7: Curva de absorción de N por la patata. (ALONSO, 2002)

En el tratamiento denominado “Agricultor” lo normal sería realizar una segunda cobertera con sulfato amónico a una dosis de 50 UFN/ha. Sin embargo, la campaña se caracterizó por el descenso de consumo de este tubérculo acompañada de una predicción de rendimientos superiores a los esperados, lo que llevó a los técnicos a desaconsejar el aporte de esta cobertera debido a que se podía desechar todos los tubérculos con un calibre mayor de 70 mm y a la disminución de las toneladas contratadas por parte de la empresa Matutano, principal destino de la variedad Hermes.

Tabla nº 8: Unidades fertilizantes de cada nutriente aplicados, fechas de aplicación y tipo de fertilizante aplicado.

PATATA								
NUTRIENTES	"PROYECTO"				"AGRICULTOR"			
	Fondo (UF/ha)	1ª Cobertera (UF/ha)	2ª Cobertera (UF/ha)	TOTAL	Fondo (UF/ha)	1ª Cobertera (UF/ha)	2ª Cobertera (UF/ha)	TOTAL
FECHA	-----	08/05/2009	-----	-----	18/03/2009	08/05/2009	-----	
FERTILIZANTE	-----	sulfato amónico (21,5 % N)	-----	-----	8-15-15	sulfato amónico (21,5 % N)	-----	
NITRÓGENO	0	131	0	131	72	118	0	190
FÓSFORO (P205)	0	0	0	0	135	0	0	135
POTASIO (K20)	0	0	0	0	135	0	0	135

- Mediciones SPAD.

Para comparar el estado nutricional de la plantas entre tratamientos se hacen lecturas con el medidor portátil de clorofilas, Minolta SPAD-502, sobre veinte plantas de cada parcela. Estas plantas no son marcadas al principio del ciclo, si no que en cada medición, se eligen plantas al azar.

Las plantas fueron seleccionadas al azar, tomando la medida sobre el foliolo terminal de la cuarta hoja del tallo más desarrollado de cada planta (MERINA, 1999). Es importante no hacer el pinzamiento sobre ningún nervio ni sobre daños no atribuibles al tratamiento. Las lecturas se tomaron en distintos momentos del ciclo: 48 días después de plantación, 63 ddp, 79 ddp, 100 ddp, 117 ddp, 128 ddp.



Fotografía nº 8: Equipo de mediciones SPAD – 502.

4.4.4 Tratamientos fitosanitarios.

Los tratamientos fitosanitarios aplicados durante el ciclo de cultivo fueron los siguientes:

Tabla nº 9: Tratamientos fitosanitarios aplicados con la dosis aplicada y fecha de aplicación.

Fecha	Tipo	Productos	Dosis
08/04/2009	HERBICIDA	HERLIN FLOW Y KRONE	2 l/ha ; 200 gr/ha
05/05/2009	HERBICIDA	KAMPAI Y CODACIDE	1,5 l/ha ; 0,5 l/ha
20/05/2009	ABONO	NAC 27%	400 kg/ha

20/05/2009	HERBICIDA	KRONE	300 gr/ha
11/06/2009	FUNGICIDA	MANZIVEX FORTE	6 kg/ha
20/06/2009	INSECTICIDA	AGRICOL	5 l/ha
26/06/2009	FUNGICIDA	CIMOXATE MZ	4 kg/ha
04/07/2009	INSECTICIDA	KOPY	1 l/ha
20/07/2009	INSECTICIDA	AGRICOL Y KOPY	5 l/ha ; 1 l/ha
30/07/2009	FUNGICIDA	CIMOXATE MZ Y CEREMONIA	3 kg/ha ; 800ml/ha

4.4.5 Riego.

El manejo de la dosis de riego entre los dos tratamientos ha sido diferente en todo el ciclo del cultivo. En el tratamiento denominado “Ajustado” se ha seguido las recomendaciones dadas por la estación agroclimática de Casalarreina situada a unos 7 Km de la zona del ensayo. El cálculo de esta recomendación está basado en la evapotranspiración, el cual queda explicado en el Anexo nº 3. En cuanto al manejo de la dosis de riego en el tratamiento denominado “Agricultor” se ha seguido la forma tradicional de riego en la zona, la cual no está basada en ningún conocimiento técnico, sino en un riego sistemático, de dosis parecidas entre años.

El sistema de riego con el que se contaba en la parcela es de aspersión móvil, regulando cada tirada de aspersores con llaves de paso individuales. De esta forma, nos permitió realizar un manejo distinto entre tratamientos en cuanto a las dosis y en algunas ocasiones la frecuencia, aunque esta fue prácticamente similar.

A continuación se expone un cuadro resumen de los días de riego y las dosis:

Tabla nº 9: Frecuencia y dosis de riego en patata en la campaña 2009, según tratamientos.

Día	Dosis de riego (mm)		18/07/2009	45	45
	Ajustado	Agricultor	23/07/2009	50	45
05/05/2009	20	30	28/07/2009	45	45
12/05/2009	10	30	02/08/2009	40	45
19/05/2009	20	30	07/08/2009	35	45
28/05/2009	0	30	12/08/2009	25	45
02/06/2009	35	40	17/08/2009	30	45
09/06/2009	20	40	22/08/2009	30	30
16/06/2009	10	20	26/08/2009	20	30
23/06/2009	40	45	31/08/2009	25	30
28/06/2009	40	45	05/09/2009	15	30
03/07/2009	40	45	10/09/2009	15	20
08/07/2009	35	45	15/09/2009	10	0
13/07/2009	45	45	TOTAL	700	900

4.4.6 Recolección.

La recolección de los ensayos se realiza el día 8-10-2009. La recolección se realizó de forma manual, pesando cada muestra en una báscula con una precisión de 10 gramos y pasando los tubérculos por un calibre de 70 mm separando a los tubérculos que fueran superiores a 70 mm y pesándolos por separado. Cada parcela de cada tratamiento fue recogida y pesada por separado.

A continuación se tomó una muestra de patata de cada parcela y se llevaron cada una de ellas a la Cooperativa Rioja Alta, donde analizaron los parámetros de calidad como materia seca, defectos totales y peso específico; ya que la calidad del tubérculo influye en el precio de venta de este.

4.5 TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN EN ZANAHORIA

4.5.1 Preparación del terreno.

Para llevar a cabo la preparación del terreno se comienza arando la parcela a una profundidad de 50 cm, con el objetivo de romper las capas impermeables que existen, así como evitar la compactación del suelo y así facilitar el desarrollo de la raíz, el cual es el órgano que vamos a recolectar. Esta operación se lleva a cabo el día 1-05-09.

El mismo día y detrás del arado se sigue con la preparación del terreno. De esta forma se aprovecha el tempero sacado al arar para disgregar más fácilmente los terrones con el objetivo de obtener así un suelo fino y disgregado, sobre todo en la capa superficial en la cual se va a realizar la siembra. Para esto se realiza un pase de rotavator.

4.5.2 Siembra.

La siembra se realiza el mismo día que el pase de arado y rotavator, es decir el día 1-05-09. Esta se ha realizado con una sembradora neumática la cual realiza una pequeña mesa sobre la que siembra 6 filas/mesa (Fotografía nº 9). La profundidad de

siembra, si por esta entendemos la distancia entre la parte superior de la semilla y la parte superior de la mesa, es de 2 cm.

El marco de plantación es de 6 cm. entre plantas y de 19 cm. entre filas, lo que supone una densidad de plantación de 900.000 plantas/ha.



Fotografía nº 9. Sembradora de zanahoria.

La dosis de semilla gastada ha sido de 1000 g / ha

4.5.3 Fertilización.

Para la fertilización de zanahoria se toma como referencia una gráfica de extracciones de nitrógeno por planta, utilizada en un ensayo en Uruguay.

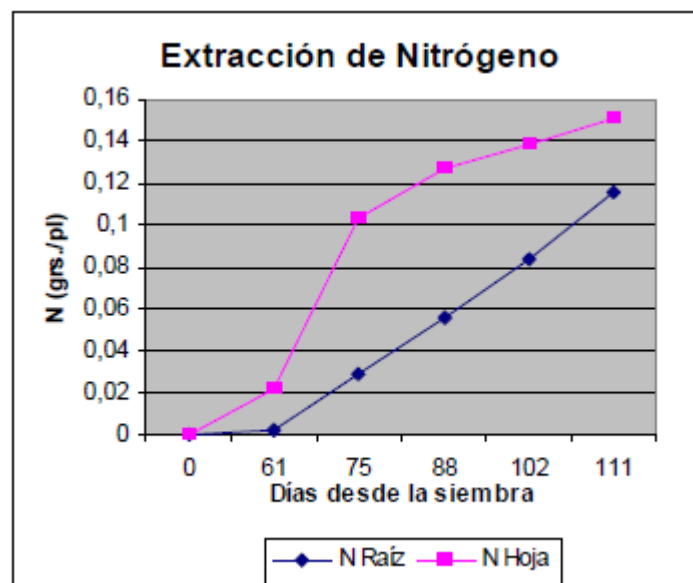


Figura nº 1: Curva de extracción de N de la raíz y de la hoja en los sucesivos días tras la siembra. (García, 2003)

- Fondo.

Se realizó un análisis de suelo antes de la siembra. El procedimiento utilizado es el mismo que se ha explicado en el apartado anterior de la patata. Obtenidos los resultados de este, se decidió, en base a las extracciones consultadas el no aportar un abonado de fondo, ya que según la bibliografía consultada el contenido en el suelo de nutrientes era suficiente para comenzar el cultivo sin realizar ninguna aportación.

Tabla nº 10. Contenido en Kg/ha de los distintos nutrientes.

Nutriente	Contenido en Kg/ha
K20	2583
P205	2125

En cambio el agricultor realizó una aporte de nutrientes con un abono complejo (8-15-15) a una dosis de 1000 kg/ha.

- Coberteras.

Previamente a la realización de cada una de las coberteras, en el tratamiento “Ajustado” se realizó un muestreo de suelo para la determinación del nitrato nítrico (N-NO₃).

Para la toma de estas muestras y el análisis de estas, se siguió el mismo procedimiento que en patata, anteriormente explicado.

El 28 de Junio se realiza el muestreo para realizar la 1ª cobertera. Los resultados obtenidos del análisis de las muestras expresan que en el suelo hay 57 kg N-NO₃/ha. Con esta aportación se decide cubrir el periodo de máxima absorción del cultivo, según la gráfica nº, en la que se observa que en 15 días cada planta extrae 0,105 gr de N, lo que supone un 39 % de la extracción total. Como se ha calculado en el apartado anterior de siembra, la densidad de plantación es de unas 900.000 plantas/ha. lo que supone una extracción de 94,5 kg N/ha. Por lo cual, se decide realizar un aporte con sulfato amónico (27,5% N) a una dosis de 170 kg/ha.

Por otra parte el agricultor realizó un aporte de nitrato amoniacal (27,5% N) a una dosis de 350 kg/ha. Los dos tratamientos se abonaron el día 2 de Julio. (Tabla nº 11).

El 14 de Julio se muestrea por tercera vez para la aportación de la 2ª cobertera. Según los resultados obtenidos en los que el contenido en el suelo de N-NO₃ es de 43 kg/ha. y que las extracciones del cultivo son de 0,1 g/planta para satisfacer las necesidades de este durante un mes, se decide realizar una aporte con sulfato amónico (27,5% N) a una dosis de 210 kg/ha.

Sin embargo en esta aportación el agricultor decide aplicar el mismo tipo de abono pero a una dosis de 150 kg/ha, la cual es 60 kg/ha de abono menos que en el tratamiento denominado “Ajustado”.

El 20 de Agosto se realiza otro muestreo ya que se prevé que la recolección se va a retrasar unos meses. Los resultados obtenidos fueron los esperados, las necesidades del cultivo, 36 kg N/ha. están cubiertas para la recolección de esta a mediados de Septiembre. Sin embargo, en vista de este retraso se decide aplicar una 3ª cobertera el 22 de Agosto con nitrato potásico a una dosis de 100 kg/ha, y así en caso de que los meses de Septiembre y Octubre sean calurosos aprovecharlos para que la zanahoria siga creciendo y ganado con esto kilos, cosa que se sabe por experiencias anteriores de agricultores de la zona.

Tabla nº 11: Unidades fertilizantes de cada nutriente aplicados, fechas de aplicación y tipo de fertilizante aplicado.

ZANAHORIA										
NUTRIENTE	"PROYECTO"					"AGRICULTOR"				
	Fondo (UF/ha)	1ª Cobertera (UF/ha)	2ª Cobertera (UF/ha)	3ª Cobertera (UF/ha)	TOTAL	Fondo (UF/ha)	1ª Cobertera (UF/ha)	2ª Cobertera (UF/ha)	3ª Cobertera (UF/ha)	TOTAL
FECHA	-----	02/07/2009	17/07/2009	20/08/2009		01/05/2009	02/07/2009	17/07/2009	20/08/2009	
FERTILIZANTE	-----	sulfato amónico (27,5 % N)	sulfato amónico (27,5 % N)	nitrato potásico 13.0.46		8-15-15	sulfato amónico (27,5 % N)	sulfato amónico (27,5 % N)	nitrato potásico 13.0.46	
NITRÓGENO	0	47	58	13	118	80	69	41	13	203
FÓSFORO (P205)	0	0	0	0	0	150	0	0	0	150
POTASIO (K20)	0	0	0	46	46	150	0	0	46	196

4.5.4 Tratamientos fitosanitarios.

Los tratamientos fitosanitarios aplicados durante el ciclo de cultivo fueron los siguientes:

Tabla nº 12: Tratamientos fitosanitarios aplicados con la dosis aplicada y fecha de aplicación.

Fecha	Labor	Productos	Dosis
05/05/2009	HERBICIDA	HERLIN FLOW	2 l/ha
01/06/2009	HERBICIDA	HERLIN FLOW	2 l/ha
01/07/2009	HERBICIDA	KRONE WG P/500 GR	200 g/ha
21/07/2009	HERBICIDA	KRONE WG P/500 GR	400 g/ha
27/07/2009	FUNGICIDA	IMPACT L/5L	
17/08/2009	FUNGICIDA	MANIVEX FORTE 5 KG	6 kg/ha
25/08/2009	INSECTICIDA	KOPY F/1L	1l /ha
30/08/2009	BIOESTIMULANTE	FERTIACTYL RADICAL 10 L	5 l/ha

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5 Riego.

El manejo de la dosis de riego entre los dos tratamientos ha sido diferente en todo el ciclo del cultivo. En el tratamiento denominado “Ajustado” se ha seguido las recomendaciones dadas por la estación agroclimática de Casalarreina situada a unos 7 Km de la zona del ensayo. Esta estación agroclimática calcula las dosis de riego de los cultivos con mayor superficie sembrada de la zona, entre los que no se encuentra la zanahoria, pero por la similitud de esta con la remolacha azucarera, se ha tomado a este cultivo como referencia para la recomendación de riego. El cálculo de esta recomendación está basado en la evapotranspiración, el cual queda explicado en el Anexo nº 3. En cuanto al manejo de la dosis de riego en el tratamiento denominado “Agricultor” se ha seguido la forma tradicional de riego en la zona, la cual no está basada en ningún conocimiento técnico, sino en un riego sistemático, de dosis parecidas entre años.

El sistema de riego con el que se contaba en la parcela es de aspersión móvil, regulando cada tirada de aspersores con llaves de paso individuales. De esta forma, nos permitió realizar un manejo distinto entre tratamientos en cuanto a las dosis y en algunas ocasiones la frecuencia, aunque esta fue prácticamente similar.

A continuación se expone un cuadro resumen de los días de riego y las dosis:

Tabla nº 13. Días y dosis de riego según cada tratamiento.

Día	Dosis de riego (mm)		Día	Dosis de riego (mm)	
	Ajustado	Agricultor		Ajustado	Agricultor
01-05-2009	10	10	01-06-2009	10	10
02-05-2009	10	10	02-06-2009	10	10
03-05-2009	10	10	03-06-2009	10	10
04-05-2009	10	10	04-06-2009	10	10
05-05-2009	10	10	12-06-2009	15	30
06-05-2009	10	10	26-06-2009	35	45
07-05-2009	10	10	02-07-2009	30	45
08-05-2009	10	10	09-07-2009	30	45
09-05-2009	10	10	13-07-2009	25	35
12-05-2009	10	10	17-07-2009	25	35
13-05-2009	10	10	22-07-2009	35	40
14-05-2009	10	10	26-07-2009	40	30
15-05-2009	10	10	30-07-2009	40	45
16-05-2009	10	10	03-08-2009	30	30
17-05-2009	10	10	08-08-2009	35	45
18-05-2009	10	10	12-08-2009	25	40
19-05-2009	10	10	16-08-2009	35	45
20-05-2009	10	10	20-08-2009	35	40
21-05-2009	10	10	25-08-2009	35	40
22-05-2009	10	10	04-09-2009	25	30
28-05-2009	10	10	09-09-2009	30	30
29-05-2009	10	10	13-09-2009	30	30
30-05-2009	10	10	12-10-2009	30	30
31-05-2009	10	10	TOTAL	865	990

4.5.6 Recolección.

La recolección se realiza el día 14-03-2010. La recolección se realizó de forma manual, pesando cada muestra en una bascula con una precisión de 10 gramos. Cada parcela de cada tratamiento fue recogida y pesada por separado.

En zanahoria no se recogieron muestras para analizar la calidad ya que en este cultivo se paga los kilos sacados a un precio determinado.

4.6 MÉTODOS DE ANALISIS DE LAS MUESTRAS

4.6.1. Análisis realizado en el laboratorio de la UPNA.

- Método de análisis de nitrato en suelo (Método rápido)

En muchos casos, la mayor parte del nitrógeno mineral en el suelo lo constituye el nitrato (SEPÚLVEDA, 2003). Los problemas que se plantean a la hora de realizar un análisis de nitrato en suelos agrícolas son el retraso en la obtención de resultados en laboratorio y el excesivo coste de transporte y análisis de muestras. Por ello, es importante disponer de un método de análisis que permita obtener los resultados pronto y a bajo coste, que lo pueda emplear cualquier agricultor, y que tenga una precisión razonable.

Varios investigadores (HARTZ, 1994; JEMISON y Fox, 1988; THOMSON y col., 2002; SEPÚLVEDA, 2003) han estudiado la aplicación de equipos portátiles para el análisis rápido de nitrato en suelos.

En el trabajo realizado por (SEPÚLVEDA, 2003), se utilizó un equipo portátil RQflex que dio buenos resultados en el análisis de nitrato en suelos en comparación con los obtenidos con un método de laboratorio.

4.7 ANALISIS ESTADISTICO.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con el programa SPSS 15.0 para Windows, mediante análisis de la varianza y una separación de medias utilizando el test de Duncan con un nivel de significación del 5%.

5. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1) PATATA.

1. EFECTO DEL MANEJO DEL CULTIVO SOBRE:

a) Valores del SPAD de los dos tratamientos.

Como se ha comentado anteriormente las lecturas realizadas con el medidor de clorofila para predecir el estado nitrogenado de un cultivo se basan en la correlación existente entre la concentración de nitrógeno en la planta y la concentración de clorofila (MERINA, 1999). De esta forma podemos utilizar esta herramienta para comparar el estado nutricional de la plantas entre los dos tratamientos.

Los resultados obtenidos, realizados en distintos momentos del ciclo: 48 días después de plantación, 63 ddp, 79 ddp, 100 ddp, 117 ddp, 128 ddp., son los siguientes:

Tabla nº 13. Valores medios con su error del SPAD-502 obtenidos en distintos momentos del cultivo.

Fecha	Agricultor	Ajustado
5-05-09	52,60 ± 0,5	51,3 ± 0,4
19-05-09	52,08 ± 0,24	51,13 ± 0,45
4-06-09	42,85 ± 1,49	43,4 ± 0,71
25-06-09	46,1 ± 0,5	47,4 ± 0,6
17-07-09	41,2 ± 0,99	42,1 ± 1,4
28-07-09	41,1 ± 0,9	41,7 ± 0,8

En la Tabla nº 14 observamos que en las primeras etapas del ciclo de cultivo presentan valores más altos las plantas del tratamiento denominado “Agricultor”, ya que aquí se realizó un aporte de N en fondo, cosa que en el tratamiento denominado “Ajustado” no se realizó.

A partir de realizar la 1ª Cobertera estos valores cambian y se observa que el tratamiento denominado “Ajustado” obtiene valores mayores que el tratamiento “Agricultor”, esto es debido a que se aportó con la 1ª cobertera una dosis mayor en el tratamiento denominado “Ajustado”. Esta superioridad en la comparativa realizada en el tratamiento “Ajustado” se mantiene durante el resto de muestreos que se realizan, los cuales se hicieron hasta que la planta entra en el estado de madurez en el cual la mata empieza a morir amarilleando las hojas.

b) Sobre el N-NO₃ del suelo.

La concentración de N-NO₃, fue máxima al inicio del ciclo y disminuyó progresivamente a lo largo del ciclo de cultivo en función de la dosis de nitrógeno.

Tabla nº 14. Momento y dosis aplicada de nitrógeno en el ensayo en cada tratamiento.

Momento	N aplicado (Kg/ ha)	
	Ajustado	Agricultor
Fondo	0	72
1ª Cobertera	131	118
2ª Cobertera	0	0
Total nitrógeno aplicado	131	190

Tabla nº 15: Contenido de N-NO₃ antes de la primera cobertera en cada parcela de cada tratamiento, y el contenido medio de cada tratamiento con el error.

Tratamiento	Parcela	N-NO ₃	N-NO ₃ Medio
Agricultor	P.1	103	102 ± 16
Agricultor	P.2	105	
Agricultor	P.3	111	
Agricultor	P.4	124	
Ajustado	P.1	94	82 ± 7
Ajustado	P.2	85	

Ajustado	P.4	75	
----------	-----	----	--

Tabla nº 15: Contenido de N-NO₃ antes de la segunda cobertera en cada parcela de cada de cada tratamiento, y el contenido medio de cada tratamiento con el error.

Tratamiento	Parcela	N-NO ₃	N-NO ₃ Medio
Agricultor	P.1	50	46 ± 1
Agricultor	P.2	47	
Agricultor	P.3	45	
Agricultor	P.4	44	
Ajustado	P.1	47	45 ± 1
Ajustado	P.2	50	
Ajustado	P.3	39	
Ajustado	P.4	44	

c) Sobre el calibre de los tubérculos.

El tamaño, la forma y los ojos superficiales son muy importantes con respecto al aspecto del producto y los desperdicios que se producen durante el pelado. Los productores de patatas chips requieren tubérculos redondos con un calibre que oscila entre los 40 y 60 mm.

En la figura nº 2 se observa que hay diferencias significativas en el tamaño de los tubérculos obtenidos en los dos tratamientos.

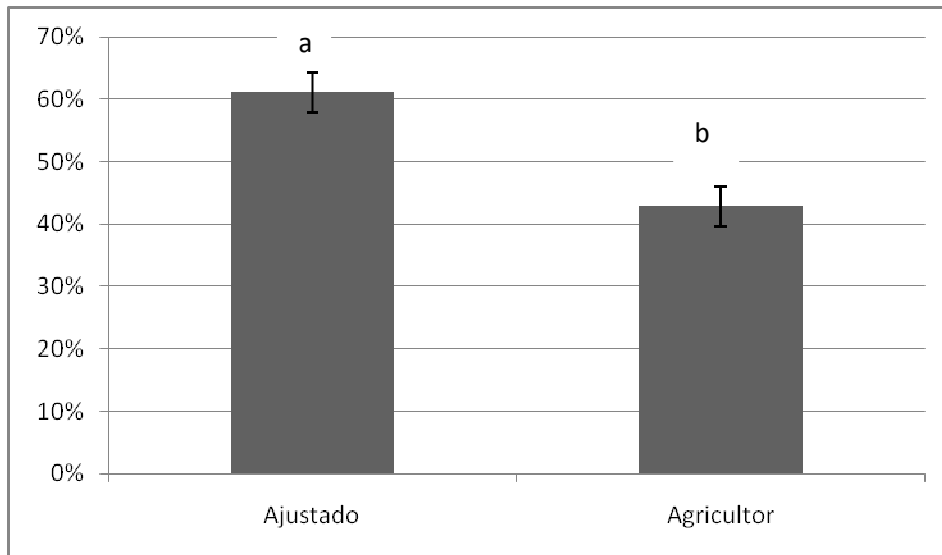


Figura nº 2: % en peso de tubérculos < de 70 mm.

Según la bibliografía consultada con la fertilización nitrogenada no se afecta directamente al tamaño de los tubérculos sino a la calidad de estos, aunque se sabe que ejerce un efecto positivo en el rendimiento del cultivo.

El tamaño del tubérculo depende de la densidad de plantación, cuanto mayor sea la densidad de plantación se influye negativamente en el tamaño del tubérculo (www.potato.nl), sin embargo esto no explica la diferencia de tamaño entre tubérculos vista en nuestro ensayo ya que la densidad de plantación fue la misma en los dos tratamientos.

Otra de las técnicas de cultivo con la cual podemos influir en el tamaño de los tubérculos es el riego. La cantidad de humedad suministrada inmediatamente antes o durante la iniciación a la tuberización es decisiva. Más agua hace aumentar el número y el tamaño de los tubérculos (www.potato.nl). Esto sí que explica la diferencia de tamaño observada en el ensayo, ya que se no solo se realizó un manejo distinto en la fertilización nitrogenada del cultivo, sino que también se hizo un manejo diferente en la dosis y frecuencia de riego.

d) Sobre el rendimiento comercial.

Los valores de producción total alcanzados fueron ligeramente superiores en el tratamiento “agricultor” que en el tratamiento “ajustado”.

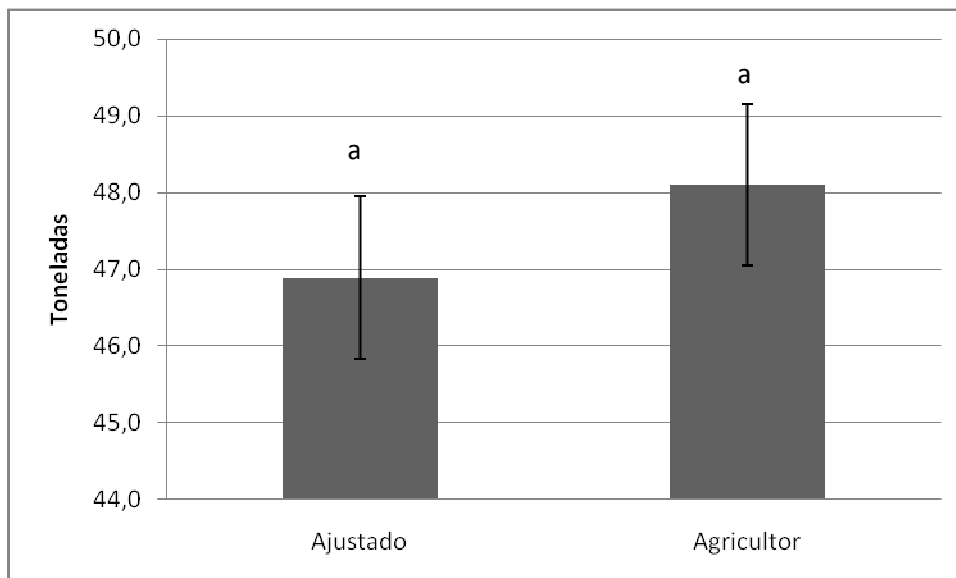


Figura nº 3. Rendimiento medio de los tratamientos con su error respectivo.

En la figura nº 3, se observa que la diferencia en el rendimiento medio fue de 1212 kg/ha a favor del tratamiento “Agricultor”

Como se ha comentado en el punto anterior, hay una diferencia en el rendimiento medio comercial de 1212 kg/ha a favor del tratamiento “agricultor”. Esta diferencia no se atribuye a los diferentes niveles de fertilización debido a dos razones, la primera es que se ha realizado muestreos con el SPAD-502 el cual confirma que los dos tratamientos están correctamente nutridos por igual (tabla nº 13), y la segunda es que en el momento de engorde de los tubérculos los dos tratamientos tienen un nivel similar de N-NO₃. (Tablas 14 y 15). Esta diferencia puede deberse a un manejo diferente en la dosis de riego, ya que Hermes es una variedad poco resistente a la sequía (ISHS, Evaluación de tolerancia a la sequía de cultivares de patata bajo invernadero). Esta diferencia en el manejo de las dosis de riego fue de 200 mm de agua, más utilizada en el tratamiento denominado “Agricultor”.

e) Sobre la calidad de la patata.

Sobre la calidad de la patata y, en particular, sobre su actitud para el frito, influyen múltiples factores que van desde la aptitud propia de la variedad pasando por los factores medioambientales y técnicos durante el cultivo, la manipulación en la recolección y transporte y finalmente, por las condiciones de almacenamiento.

Sobre la patata recién recolectada, se determinó la calidad mediante los análisis de materia seca y peso específico, así como la aptitud para el frito, determinando los porcentajes de defectos indeseables, internos, externos y totales.

- Materia seca.

El contenido en materia seca (M.S.) de las patatas presentó valores aceptables en todos los casos, ya que se encuentran por encima del 20,25% que es el mínimo deseable.

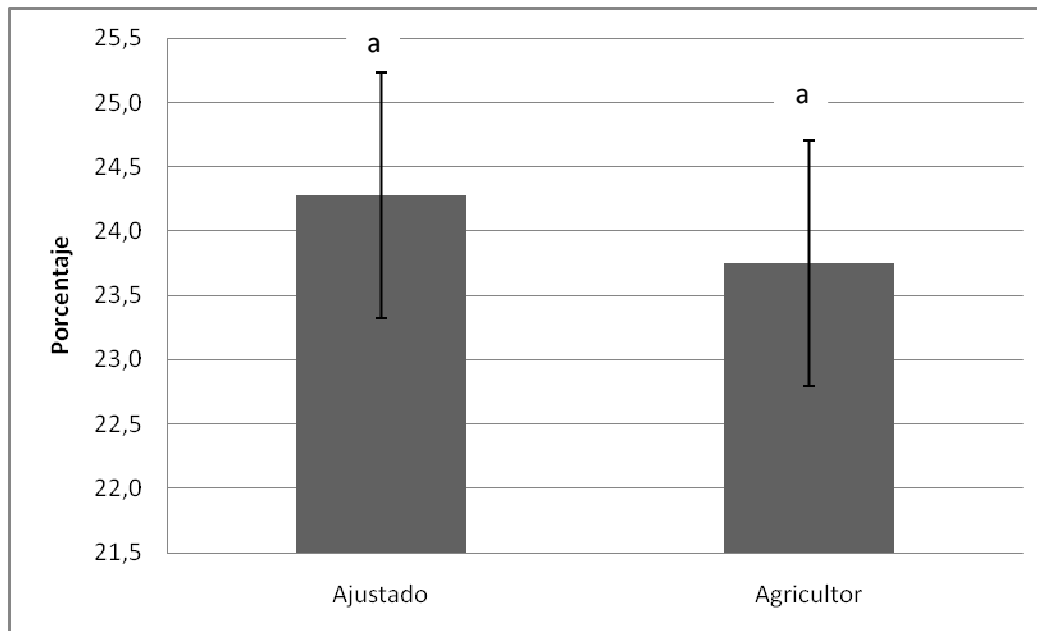


Figura nº 4. Valores medios de materia seca obtenidos en los tuberculos muestreados en cada tratamiento, expresados en porcentaje con su error correspondiente.

El tratamiento denominado “ajustado” dio lugar a valores de materia seca no significativamente mayores que con el tratamiento “agricultor” (Figura nº 4), ya que el

la cantidad de nitrógeno aportada en cobertera fue similar entre los dos tratamientos. Sin embargo con esta tendencia al alza en el tratamiento “Ajustado” y con otros ensayos consultados (Producción y calidad para frito de la patata Hermes. CIDA) se podría concluir el efecto del mayor aporte de nitrógeno sobre la disminución de la materia seca, ya que en estos ensayos la diferencia en los aportes de nitrógeno entre tratamientos es muy superior a la nuestra. Se cree que este efecto se podría haber visto si el “Agricultor” hubiera realizado la 2ª cobertera como en cualquier año “normal”.

Tabla nº 16. Valores obtenidos en % de M.S. en los muestreos realizados a cada parcela de los dos tratamientos.

Parcela	% M.S.	
	Ajustado	Agricultor
P.1	24,25 ± 0,2	24,5 ± 0,95
P.2	24,5 ± 0,2	23,5 ± 0,95
P.3	24,35 ± 0,2	22,5 ± 0,95
P.4	24,0 ± 0,2	24,5 ± 0,95

- Defectos totales en el frito.

Los criterios de evaluación de defectos del frito son parcialmente subjetivos y dependen de la exigencia con la que se realicen. Los valores de defectos totales tomados en las muestras de los dos tratamientos van desde 8,73% a 13,30%, no habiendo diferencias significativas en los defectos totales de frito entre tratamientos.

El valor de defectos totales de frito en porcentaje resulta de la suma en porcentaje de los defectos externos e internos, así como el verdeo y partes indeseables.

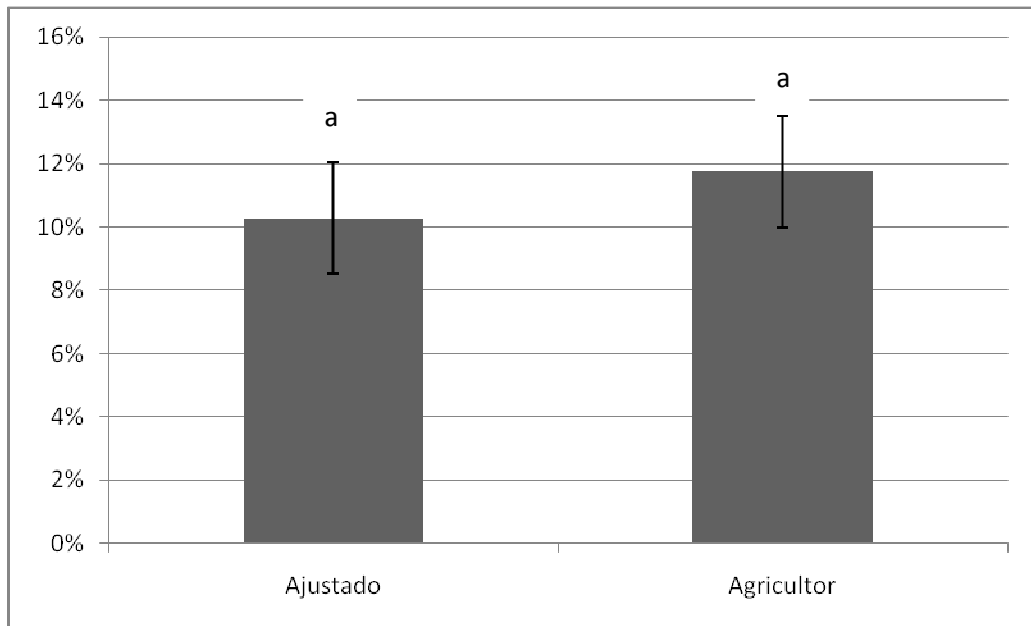
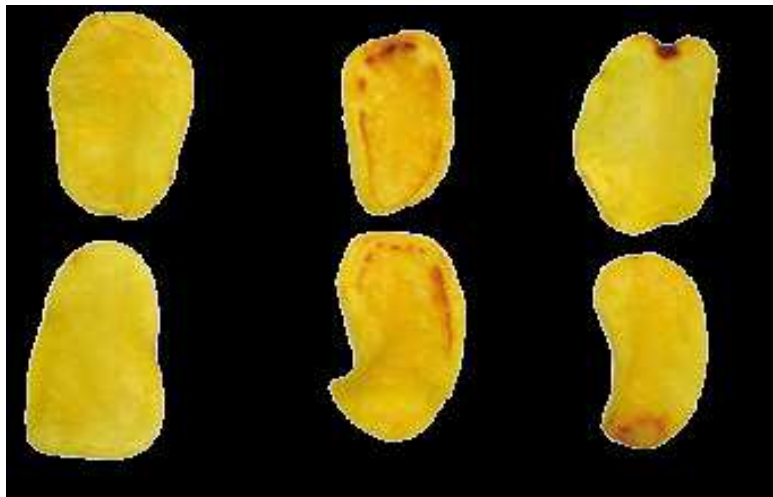


Figura nº 5. Valores de los defectos totales medios expresados en %, de cada tratamiento con su error correspondiente.

Es importante resaltar que tampoco se encuentran diferencias significativas en los valores que componen el % de defectos totales, y que en ningún caso superan ni igualan el 15% de defectos totales, el cual es el máximo permitido para su destino a frito.



Fotografía nº 10. Defectos que presenta, tras freírla, la variedad Hermes en las distintas condiciones del ensayo

- Peso específico.

Como se observa en la figura nº 6, no se obtienen diferencias significativas en el peso específico de los tubérculos, sin embargo en otro ensayos realizados por la Cooperativa Rioja Alta, se han encontrado diferencias significativas aumentando el valor del peso específico en los tratamientos con menor abonado nitrogenado, aunque las diferencias entre el más abonado y el menos abonado nitrogenadamente eran superiores a las de nuestro ensayo. A pesar de ver estas diferencias, no se encuentra una explicación científica de por qué sucede esto.

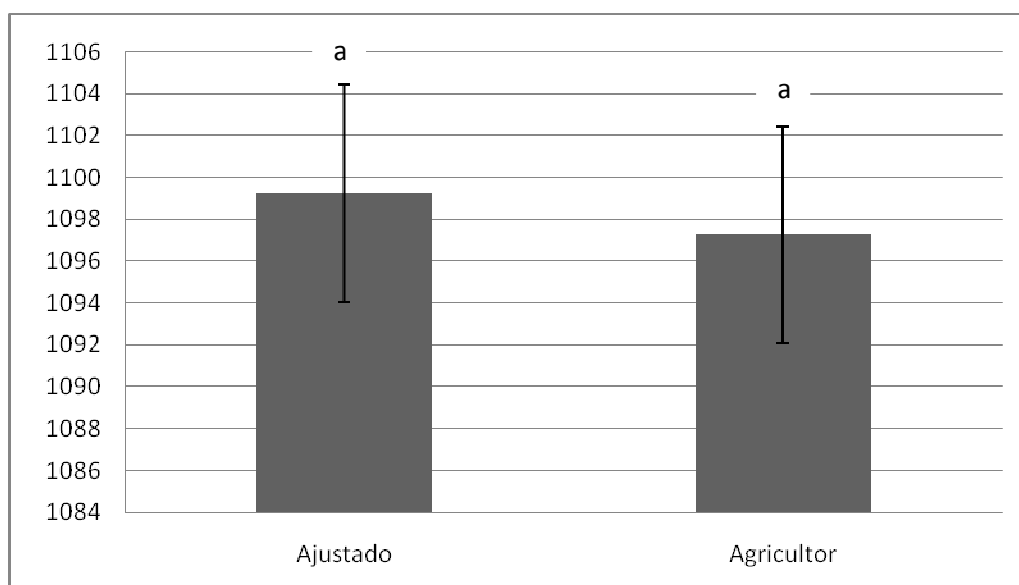


Figura nº 6. Valores de peso específico medio obtenido en las muestras tomadas, con su error correspondiente.

5.2. VALORACIÓN ECONÓMICA.

Los ingresos que obtienen los agricultores, en general, dependen de la producción y del precio. Sin embargo, ambas variables están sometidas a una cierta incertidumbre. Hace años, el agricultor podía influir sobre la producción intentando mejorar la eficacia de los factores, pero no podía influir sobre el precio ya que era una variable que se le escaba de su control y que dependía de las expectativas comerciales. Sin embargo, ahora, el agricultor, aparte de influir en el rendimiento del cultivo mejorando las técnicas de cultivo, utilizando variedades más productivas, etc; puede

influir en cierto modo en aumentar o disminuir el precio de mercado a través de la calidad de sus tubérculos, lo cual está relacionado directamente con las técnicas de cultivo, pero sobre todo con las restricciones como son el clima y el suelo disponible para el cultivo.

Por ello uno de nuestros objetivos en este ensayo es evaluar las técnicas convencionales de fertilización y riego en este cultivo mediante métodos de ajuste, y así de esta forma intentar maximizar el rendimiento neto por hectárea de este cultivo y en esta zona.

A continuación se expone la valoración económica realizada a partir de los costes materiales e ingresos totales.

Tabla nº 17: Descripción de los gastos realizados por hectárea.

MATERIA	CONCEPTO	PRECIO	CANTIDAD		GASTO		GASTO TOTAL	
			AGRICULTOR	AJUSTADO	AGRICULTOR	AJUSTADO	AGRICULTOR	AJUSTADO
TRAT. QUÍMICOS	ANEXO X (€ /ha)	430,94	1,00	1,00	430,94	430,94	430,94	430,94
ABONADO	8-15-15 (€ /Tn)	360,61	0,90	0,00	324,55	0,00	446,85	135,65
	NAC 21,5% N (€ /Tn)	222,37	0,55	0,61	122,30	135,65		
SEMILLA	SEMILLA HERMES (€ /Tn)	481,40	2,00	2,00	962,80	962,80	992,80	992,80
	PICADO (€ /Tn)	15,00	2,00	2,00	30,00	30,00		
ARRANQUE	SACAR + CARGAR (€ /ha)	930,00	1,00	1,00	930,00	930,00	930,00	930,00
RIEGO	LUZ + AGUA (€ /m3)	0,06	9.000,00	7.000,00	540,00	420,00	540,00	420,00
ANALISIS	MANO DE OBRA	20,00	0,00	10,00	0,00	200,00	0,00	230,00
	MEDIDORES y material	30,00	0,00	1,00	0,00	30,00		
TOTAL							3.340,59	3.139,39

Tabla nº 18: Descripción de los ingresos brutos por hectárea.

INGRESOS (€ /ha)				
Tratamiento	Rendimiento (Kg / ha)	Precio (€/ton.)	Prima de calidad (€/ton.)	Total (€ /ha)
AGRICULTOR	48,1	120,00	4,00	5.964,4
AJUSTADO	46,8	120,00	6,00	5.908,1

Tabla nº 19: Descripción de los beneficios netos por hectárea.

BENEFICIO NETO			
Tratamiento	Ingresos (€ /ha)	Gastos (€ /ha)	Beneficio neto(€/ha)
AGRICULTOR	5964,4	3.340,59	2.623,80
AJUSTADO	5908,1	3.139,39	2.768,71

B) ZANAHORIA.

5.1 EFECTO DEL MANEJO DEL CULTIVO SOBRE EL RENDIMIENTO COMERCIAL.

Los valores medios obtenidos en el rendimiento comercial de los dos tratamientos son los siguientes:

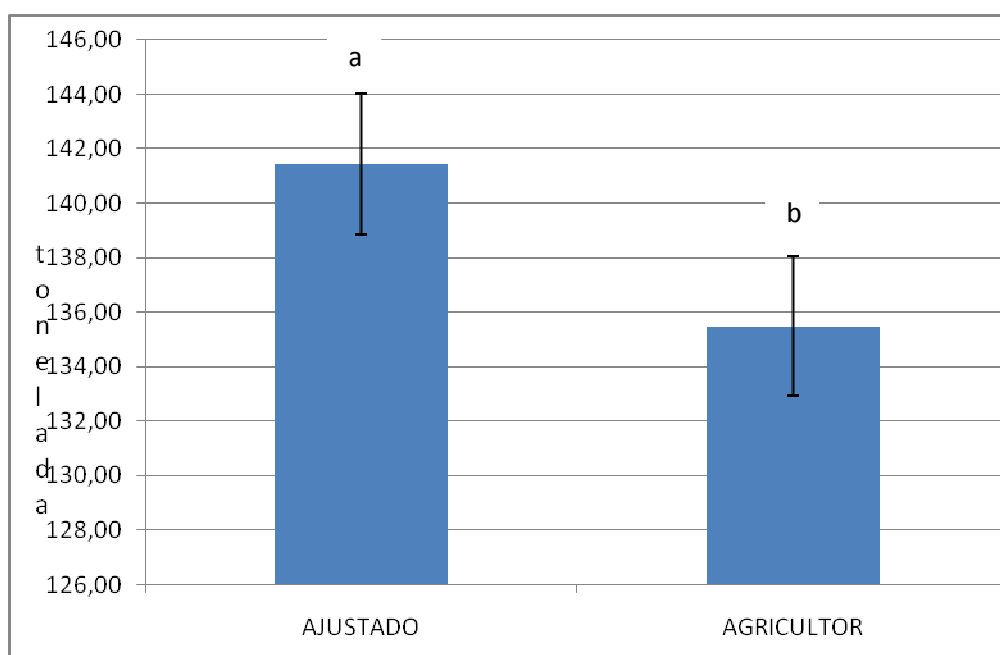


Figura nº 7: Rendimiento medio de los tratamientos con su respectivo error.

Como se aprecia en la figura nº 7, hay diferencias significativas en el rendimiento medio entre tratamientos. El tratamiento denominado “ajustado” alcanza un rendimiento medio de 141,45 toneladas / ha, mientras que el tratamiento “agricultor” obtiene un rendimiento medio de 135,48 toneladas / ha. La diferencia es de 5,97 toneladas / ha. Esta diferencia es debida a la dosis y frecuencia de riego y al abonado.

Tabla nº 19 . Momento y dosis aplicada de nitrógeno en el ensayo en cada tratamiento.

Momento	N aplicado (Kg/ ha)	
	Ajustado	Agricultor
Fondo	0	80
1ª Cobertera	47	69

2ª Cobertera	58	41
3ª Cobertera	13	13
Total nitrógeno aplicado	118	203

En cuanto al abonado y según la figura nº 8 de extracción de N, durante los 60 primeros días tras la siembra la raíz no extrae prácticamente N, ya que la planta primero desarrolla la parte aérea y una vez desarrollada esta, comienza con el desarrollo y posterior engorde de la raíz.

La siembra de las plántulas tuvo lugar sobre el 1 de Mayo, por lo tanto y según la curva de extracción que se expone a continuación, entre los 60 y 75 días tras la siembra es máxima y los dos tratamientos satisfacen estas necesidades, pero sin embargo el aporte más fuerte en el tratamiento denominado “ajustado” coincide con la época de mayor extracción de N por parte de la raíz, mientras que los dos aportes más fuertes de N en el tratamiento “agricultor” son el de fondo y en la 1ª cobertera y coinciden con la época de mayor desarrollo de la parte aérea, aunque no se vieron diferencias en el desarrollo de la parte aérea entre tratamientos. Estos dos aportes superan al máximo aplicado en el tratamiento denominado “ajustado”.

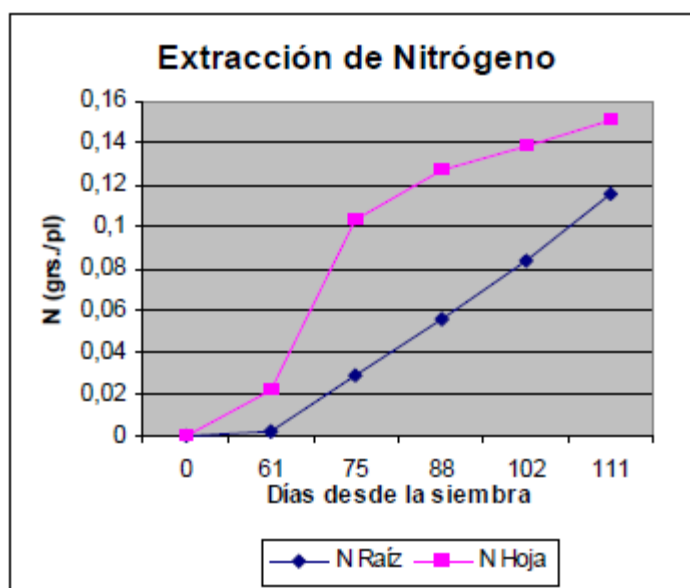


Figura nº 8. Curva de extracción de N por planta de zanahoria.

5.2 VALORACIÓN ECONÓMICA.

Como se ha explicado en la valoración económica de la patata los ingresos que obtiene los agricultores, en general, dependen de la producción y del precio. El mercado de la zanahoria es un mercado más estable que el de la patata, ya que la mayoría de la producción se encuentra contratada y el precio del contrato normalmente no varía y si lo hace, estas variaciones son pequeñas.

En este cultivo destinado a la industria congeladora, no se tiene en cuenta la calidad del producto, sino que el precio es por kilos sin tener en cuenta ninguna otra variable como calidad. Por ello el agricultor solo puede influir en la producción y no en el precio.

La zanahoria es un cultivo interesante económicamente, debido a las altas producciones que se pueden llegar a alcanzar.

A continuación se expone la valoración económica realizada de este cultivo para la zona de la Rioja Alta, basado en los gastos realizados y los ingresos brutos obtenidos por hectárea.

Tabla nº 20: Descripción de los gastos realizados por hectárea.

MATERIA	CONCEPTO	PRECIO	CANTIDAD		GASTO		GASTO TOTAL	
			AGRICULTOR	AJUSTADO	AGRICULTOR	AJUSTADO	AGRICULTOR	AJUSTADO
TRAT. QUÍMICOS	ANEXO X (€ /ha)	453,36	1,00	1,00	453,36	453,36	453,36	453,36
ABONADO	8-15-15 (€ /Tn)	330,56	1,00	0,00	330,56	0,00	540,25	182,16
	NAC 27,5% N (€ /Tn)	229,37	0,50	0,38	114,69	87,16		
	13.0.46 (€ /Tn)	950,00	0,10	0,10	95,00	95,00		
SEMILLA	SEMILLA BANGOR (€ /gr)	0,526	1.000,00	1.000,00	526,00	526,00	586,00	586,00
	MAQ. SEMBRAR (€ /ha)	60,00	1,00	1,00	60,00	60,00		
ARRANQUE	COGER A MANO (€ /Kg)	0,012	171.490,00	179.040,00	2.057,88	2.148,48	2.057,88	2.148,48

RIEGO	LUZ + AGUA (€ /m3)	0,06	9.900,00	8.650,00	594,00	519,00	594,00	519,00
ANALISIS	MANO DE OBRA	20,00	0,00	10,00	0,00	200,00	0,00	230,00
	MEDIDORES	30,00	0,00	1,00	0,00	30,00		
TOTAL							4.231,49	4.119,00

Tabla nº 21: Descripción de los ingresos brutos por hectárea.

INGRESOS (€ /ha)			
Tratamiento	Rendimiento (Kg / ha)	Precio (€/ton.)	Total (€ /ha)
AGRICULTOR	135,48	60,00	8.128,80
AJUSTADO	141,45	60,00	8.487,00

Tabla nº 22: Descripción de los beneficios netos por hectárea.

BENEFICIO NETO			
Tratamiento	Ingresos (€ /ha)	Gastos (€ /ha)	Beneficio neto(€/ha)
AGRICULTOR	8.128,80	4.231,49	3.897,32
AJUSTADO	8.487,00	4.119,00	4.368,00

7. BIBLIOGRAFÍA.

Allen E.J., 1978: Plant density. In the Potato Crop; The scientific basis for improvement. Edited by P.M. Harris. Published by Chapman & Hall, London. pp. 278 – 289.

Allen E.J., O'Brien P.J. and Firman D., 1992: Seed tuber scientific basis for improvement. Edited by Paul Harris. Published by Chapman & Hall, London. pp. 247-289.

Alonso, F. 1996. El cultivo de la patata. Ed. Mundi-prensa. Madrid.

Alonso F., 2002 “El cultivo de la patata” 2ª Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.

Arnaez J., 1994: Geografía de La Rioja; vol. III Las Comarcas: La Rioja Alta. Caja de ahorros de La Rioja, Logroño. pp 33 – 34.

Beukema H.P. and Van Der Zaag D.E., 1990: Introduction to potato production. Ed. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen (Holanda).

Burton W.G., 1978: The physics and physiology of storage. In The Potato Crop; The scientific basis for improvement. Edited by P.M. Harris. Published by Chapman & Hall, London. pp 561-568

Burton W.G., 1989: The Potato. Ed. Longman Scientific & Technical, UK.

Campbell, R.J., Mobley, K., Marini, R., y Pfeiffer, D. 1990: Growing conditions alter the relationship between SPAD – 501 values and apple leaf chlorophyll. HortScience. 25: 330 – 331.

Chapman H.V., 1958: Tuberización in the Potato Plant. Physiologia Plantarum, Vol. 11, pp 215 – 224.

Ewing E.E. and Wareing P.F., 1978: Shoot, stolon, and tuber formation on potato (*Solanum tuberosum L.*) cuttings in response to photoperiod. Plant Physiol. 61. Pp.348 – 353.

Ewing E.E., 1998: The Role of Hormones in Potato (*Solanum tuberosum L.*) Tuberization. In Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development. Edited by Peter J. Davies, 1988. Kluwer Academic Publishers, Holanda. pp. 515 – 538.

Fabiani L., 1967: La Patata. Traducción española del original italiano del mismo nombre realizada por L. Sanfeliu Doménech. Ed. Aedos, Barcelona pp. 25-26.

Fanizza, G., Ricciardi, I., y Bagnulo, C.1991. Leaf greennes measurements to evaluate wáter stressed genotypes in *Vitis vinifera*. *Euphytica*. 55: 27 – 31.

Garcia. M., 2003 “El cultivo de la zanahoria” Universidad de la Republica.

Guerrero A., 1978: Cultivos Herbaceos Extensivos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Pp. 271 – 310.

Guerrero A., 1999 “Cultivos herbaceos extensivos”. Editorial Mundi –Prensa. Madrid.

Hawkes J.G., 1978: Historu of the potato. In the Potato Crp; The scientific basis for improvement. P.M. Harris (Ed.). London. pp 1-13.

Hawkes, J.G., 1992: History of the potato. In the potato Crop; The scientific basis for improvement. P.M. Harris (Ed.). London. pp 1-13.

Hernandez, H. 1979. Estudio de la influencia de la distancia de plantación en la producción de la papa. Citado en Argote Vazquez, J., López Fleites, R., y Cruz Quiñones, N. (1988). *Agrícola Vergel*. 7 (76): 192 – 194.

Herrero, F. 1993. Analisis del sector de la patata de consumo y su cultivo. *Cuadernos de fitopatología*. 10. (39): 170 – 178.

Himelrick, D.G., Dozier, Jr.W.A, y Wood, C.W. 1993. Determination of Strawberry nitrogen status with SPAD chlorophyll meter. *Advances in Strawberry Research*. 12: 49 - 53.

Kaakeh, W., Pfeiffer, D.G., y Marini, R.P. 1992. Combined effects of spirea and nitrogen fertilization on net photosynthesis, total chlorophyll content, and greenness of apple leaves. *J. Econ. Ent.* 85: 939 – 946.

M.A.P.A.- Secretaría General Técnica, 2006: Anuario de Estadística Agraria – 2006: Tuberculos para consumo humano Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, pp. 116 – 122.

Maroto J.V., 1989: Horticultura Herbacea Especial. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Merina M., 1999 “Evaluación del medidor portátil de clorofilas (Minolta SPAD – 502) como herramienta indicativa del estado nitrogenado de la planta de patata (cv Kennebec)”. Trabajo fin de carrera de la UPNa.

Minotti, P.L., Halseth, D.E., y Sieczka, J.B. 1994. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. *HortScience*. 27: 69 -71.

Monje, O.A. y Bugbee, B. 1992. Inherent limitations of nondestructive chlorophyll meters: a comparison of two types of meters. *HorScience*. 27: 69 – 71.

Moorby J., 1978: The Physiology of growth and tuber yield. In the Potato Crop; The scientific basis for improvement. P.M. Harris (Ed.) London. pp. 153 – 187.

N.I.V.A.A., C.P.R.O. –D.L.O., 1994: Catalogo holandés de variedades de patata. NIVAA (La Haya), CPRO-DLO (Wageningen) Holanda pp 8 – 23.

Peralta, J.M. y C.O. Stockle (2001): “Dynamics of nitrate leaching under irrigated potato rotation in Washington State: a long- term simulation study”, *Agriculture Ecosystems & Environment*, vol 88, 23 – 34.

Piekielek, W.P., y Fox, R.H. 1992. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. *Agronomy Journal*. 84: 59 – 65.

Piekielek, W.P., Fox, R.H., Toth, J.D. y Macneal, K.E. 1995. Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agronomy Journal*. 87 (3): 403 – 408.

Pozo M. Del y Lasanta T., 1992: La especialización agrícola en la gestión actual del espacio. El ejemplo de la comarca de Santo Domingo (La Rioja). *Berceo* 122, Logroño. pp 107-116.

Prunty, L. y R. Greenland (1997). “Nitrate leaching using two potato-corn N – fertilizer plans an sady soil”, *Agriculture Ecosystems & Environment*, vol. 65, 1-12.

Ramos C., A. Agut, A.L. Lidón (2002): “Nitrate leahing in important crops of the Valencian Community región (Spain)”, *Environment pollution*, vol. 118, 215-223.

Reeves, D.W., Mask, P.L., Wood, C.W., y Delaney, D.P. 1993. Determination of wheat chlorophyll with a hand-held chlorophyll meter: influence of management practices. *Journal of Plant Nutrition*. 16 (5): 781 – 796.

Sobrino E. y Sobrino E., 1992: Tratado de Horticultura Herbacea II. Hortalizas de legumbre, tallo, bulbo y tuberculos. Ed. Aedos. Barcelona. pp. 280 – 327.

Tabeke, M., Yoneyama, T., Inada, K., y Murakami, T.1990. Spectral reflectance ratio of rice canopy for estimating cop nitrogen status. *Plant and Soil*. 122: 295 – 297.

Terasima, Y. y Saeki, T. 1993. Light environment within a leaf. *Plant & Cell physiology*. 24: 1493 – 1501.

The British Potato Council. 2000. Oxford Bussiness Park South.

Tingey W.M. 1981: Potencial for Plnat Resistance in Management of Arthropod Pest. In *Advances in Potato Pest Management*. Edited by LASHOMB J.H. and CASAGRANDE R. Ed. Hutchinson Ross Publishing Company. Stroudsburg, Pennsylvania (U.S.A.) pp. 268 -271.

Turner, F.T., y Jund, M.F. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidrawf rice. *Agronomy Journal*. 83 (5): 926 – 928.

Villar, A. 1993. Fertilización de la patata. *Cuadernos de fitopatología*. 10 (39): 181 - 186.

Vreugdenhil D. and Struik P., 1989: An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum L.*). *Physiology Plantarum* 75. pp. 525-531.

Wood, C.W., Tracy, P.W., Reeves, D.W., y Edmisten, K.L. 1992. Determination of cotton nitrogen status with a hand-held chlorophyll meter. *Journal of Plant Nutrition*. 15 (9): 1435 – 1448.

Wood, C.W., Reeves, D.W., y Himelrick, D.G. 1993. Relationships between meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield: a review. *Proceedings Agronomy Society of N.Z.* 23: 1 – 9.

Wood, C.W., Reeves, D.W., y Duffiel, R.R. 1992. Field chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. *Journal of Plant Nutrition*. 15: 487 – 500.

Wurr, D.C.E., 1978: “Seed” tuber production and management. In *The Potato Crop; The scientific basis for improvement*. Edited by P.M. Harris. Published by Chapman & Hall, London. pp. 327 – 329.

Yadaba, U.L.1986. A rapid nondestructive method to determinate chlorophyllly in intact leaves. *HortScience*. 21 (6): 1449 – 1500.

ANEJO 1

ANALISIS FISICO – QUIMICO EN PATATA

LABORATORIO AGRICOLA

DATOS DE FINCA, PARCELA Y CULTIVO

Finca: El Estanque

Catastro: Poligono 504 Parcela 303

Cultivo: Patata

Producción esperada: 50.000 Kg/Ha

Regadio: Aspersión

ANALISIS FÍSICO	PORCENTAJES	0	20	40	60	80
ARENA	28%		-----			
LIMO	52%		-----	-----		
ARCILLA	20%		-----			
CLASIFICACIÓN I.S.S.S	FRANCO LIMOSO					

ANALISIS QUIMICO			M.B	B	N	A	M.A
CONDUCTIVIDAD 1/5 Agua		NO					
Ms/cm	0,12	SALINO	-----				
pH (1/2.5 AGUA)	8,13	ALCALINO	-----	-----			
RELACIÓN C/N	8,55	BAJO	-----				
	%	p.p.m					
CARBONATOS TOTALES (CaCO ₃)	20,40	204.000,00	-----				
MATERIA ORGÁNICA	1,47	14.700,00	-----				
NITROGENO TOTAL	0,10	1.000,00	-----				
	meq/100gr	p.p.m					
FOSFORO ASIMILABLE (Olsen)	0,09	29,36	-----				
POTASIO DE CAMBIO	1,47	574,77	-----				
MAGNESIO DE CAMBIO	1,04	126,46	-----				
CALCIO DE CAMBIO (AcO NH ₄)	28,5	5.711,40	-----				
SODIO DE CAMBIO	0,07	16,10	--				

ANEJO 2

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO EN ZANAHORIA

LABORATORIO AGRÍCOLA

DATOS DE FINCA, PARCELA Y CULTIVO

Finca: Camino de Zarratón

Catastro: Polígono 506 Parcela 458

Cultivo: Zanahoria

Producción esperada: 100.000 Kg/Ha

Regadío: Aspersión

ANÁLISIS FÍSICO	%	0	20	40	60	80
ARENA	26%	-----				
LIMO	52%	-----				
ARCILLA	22%	-----				
CLASIFICACIÓN I.S.S.S	FRANCO					
LIMOSO						

ANÁLISIS QUÍMICO			M.B	B	N	A	M.A
CONDUCTIVIDAD 1/5 Agua	NO						
Ms/cm	0,14	SALINO	-----				
pH (1/2.5 AGUA)	8,26	ALCALINO	-----				
RELACIÓN C/N	8,64	BAJO	-----				
	%	p.p.m					
CARBONATOS TOTALES (CaCO ₃)	21,70	217.000,00	-----				
MATERIA ORGÁNICA	1,63	16.300,00	-----				
NITROGENO TOTAL	0,13	1.300,00	-----				
	meq/100gr	p.p.m					
FOSFORO ASIMILABLE (Olsen)	0,11	35,88	-----				
POTASIO DE CAMBIO	1,51	590,41	-----				
MAGNESIO DE CAMBIO	1,09	132,53	-----				
CALCIO DE CAMBIO (AcO NH ₄)	27,1	5.430,84	-----				
SODIO DE CAMBIO	0,06	13,80	-				

ANEJO 3

METODOLOGÍA DEL CALCULO DE RIEGO

La necesidad de agua de riego representa la diferencia entre la necesidad de agua del cultivo y la lluvia efectiva, de modo que podamos escribir:

$$\text{Necesidades de agua de riego} = \text{necesidad de agua del cultivo} - \text{lluvia efectiva}$$

La lluvia efectiva es la fracción de lluvia que aprovecha el cultivo, excluidas las pérdidas por escorrentía, evaporación y percolación profunda.

Las necesidades de agua de un cultivo es la suma de la evaporación directa de agua desde el suelo y la transpiración de las plantas. Ambos términos suelen considerarse de forma conjunta porque ocurren simultáneamente y es difícil distinguirlos. En el lenguaje técnico a la suma de estos dos términos se le denomina evapotranspiración del cultivo (ETc). La evaporación ocurre principalmente después de una lluvia o riego sobre todo cuando el cultivo no cubre el suelo. Una vez que el cultivo está bien desarrollado la transpiración pasa a ser el proceso principal.

En las necesidades de agua de los cultivos influyen variables meteorológicas como la radiación, la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento. También influyen las características del cultivo, p.ej. especie, variedad, estado de desarrollo, condiciones de cultivo, etc. Para su cálculo, se utiliza el consumo de agua de un cultivo de referencia (ETo) y un coeficiente de cultivo (Kc) que relaciona el estado de nuestro cultivo con el de referencia. De modo que podemos escribir:

$$ETc = ETo \times Kc$$

En esta aplicación la ETo se calcula por el método de FAO Pennam-Monteith a partir de los datos climáticos obtenidos en las estaciones automáticas de la Red SIAR de la C.A. de La Rioja.

Como cultivo de referencia se considera una pradera en condiciones óptimas de crecimiento y una altura de 0,12 m. el coeficiente de cultivo K_c estima la evapotranspiración relativa del cultivo respecto a la de la pradera de referencia. Dicho coeficiente varía en función del estado de desarrollo de cultivo y por ello es habitual dividir su ciclo en diferentes etapas, y asignar a cada una de ellas un valor de K_c como representa en la figura 1.

Finalmente, para calcular la recomendación de riego, hay que tener en cuenta la eficiencia del mismo. Éste depende el sistema empleado, de las condiciones climáticas, fundamentalmente del viento y de las condiciones particulares de cada parcela.

Por tanto la recomendación de riego se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Recomendación de riego} = ET_c - \text{Lluvia efectiva} / \text{Eficiencia del riego}$$