

**ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL  
SUELO EN CUANTO A RESIDUOS DE SALES (SALINIDAD),  
Y LA INFLUENCIA DE ÉSTAS, EN LOS RESIDUOS DE  
NITRATOS DE LOS CULTIVOS DE INVERNADERO**

**Coordinador: Mariano Gutiérrez Claramunt**



## ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN CUANTO A RESIDUOS DE SALES (SALINIDAD), Y A LA INFLUENCIA DE ÉSTAS EN LOS RESIDUOS DE NITRATOS DE LOS CULTIVOS DE INVERNADERO.

### INTRODUCCIÓN

La presencia natural de nitratos en las plantas es una consecuencia del ciclo del nitrógeno, en el que la planta asimila el nitrógeno inorgánico en forma de nitratos para utilizarlos en la síntesis de proteínas vegetales. Por ello los nitratos se encuentran de modo natural en las verduras, en forma de nitrógeno inorgánico en los fluidos celulares y en la savia



como precursor de la formación de proteínas.

Los nitratos se encuentran también en el agua potable, debido fundamentalmente a la presencia natural de los mismos, o a la contaminación de los suministros de agua por prácticas agrícolas (fertilizantes y estiércol) y/o por vertido de las aguas residuales urbanas. Las verduras constituyen la fuente más importante de nitratos en la dieta aportando más del 80% de la ingesta diaria.

La presencia de nitratos en los alimentos tiene dos aspectos conflictivos: por una parte, pueden crear un exceso de metahemoglobina que conduciría posiblemente a efectos tóxicos como la cianosis; por otra parte existe la posibilidad de que los nitratos reaccionen en el estómago con las aminas produciendo las temidas “nitrosaminas” de alto poder cancerígeno.

La Cornisa Cantábrica se caracteriza por la falta de luz en las estaciones de otoño e invierno; si a esto le añadimos un aumento en la fertilización nitrogenada de los cultivos en invernadero puede producirse un exceso de nitratos en los órganos vegetativos de los vegetales.

Hemos trabajado en estos ensayos de este año sobre hortalizas que se consuman sus hojas o frutos, observando si hay diferencia dentro de las mismas especies con variables diferentes.



## OBJETIVOS

- Análisis de las diferentes especies y variedades de hortalizas cultivadas en invernadero y la posibilidad de exceso de residuos de nitratos, abonando con tres diferentes niveles de fertilización.
- Valoración de cantidades máximas de abonos minerales de síntesis aplicables sin perjuicio ostensible de la producción y sin que la ingesta de estos productos hortícolas de lugar a toxicidades.
- Análisis de las producciones totales aprovechando los tres niveles de fertilización que se establecen.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó el ensayo con las siguientes especies y variedades y sus respectivos marcos de plantación.

ESPECIE	VARIEDAD	MARCO DE PLANTACIÓN
Lechuga	Edurne, Pravia y Bacarés	0,30 x 0,30 m
Acelga	Amarilla de Lyon	0,30 x 0,30 m
Pimiento	Isla, Isla Barbas, Bierzo, Ebro, Argüedas, Mecín, Genil, Denver y Tampico	1 x 0,40 m
Tomate	Jack, Comanche, Comanche injertado, Cabrales, T-18	1 x 0,33 m

## Fertilización

Se realizaron los siguientes abonados:

Abonado de fondo:

- Estiércol: 10 kg/m<sup>2</sup>
- 20 -5 -20: 4 kg/área

Abonado de cobertera (por área):

- Nivel uno de abonado:
  - Tres abonados de 15 - 5 - 30. Cada abonado de 0,75 kg Total en los tres abonados 2,25 kg.
  - Tres abonados de 20 - 5 - 20. Cada abonado de 0,75 kg. Total en los tres abonados 2,25 kg.

Total de unidades fertilizantes de N-P-K aplicadas: 0,7875 - 0,225 - 1,125

- Nivel dos de abonado:
  - Seis abonados de 15 - 5 - 30. Cada abonado de 0,75 kg. Total en los tres abonados 4,5 kg.
  - Tres abonados de 20 - 5 - 20. Cada abonado de 0,75 kg. Total en los tres abonados 4,5 kg

Total de unidades fertilizantes de N-P-K aplicadas: 1,1575 - 0,450 - 2,25

- Nivel tres de abonado:
  - Trece abonados de 15 - 5 - 30. Cada abonado de 0,75 kg. Total en los tres abonados 9,750 kg.
  - Tres abonados de 20 - 5 - 20. Cada abonado de 0,75 kg. Total en los tres abonados 9,750 kg

Total de unidades fertilizantes de N-P-K aplicadas: 3,2625 - 0,9375 - 4,725

### Prácticas culturales

Se realizaron los ensayos en suelos con la siguiente composición:

Característica	Método	Medición		
		Pimientos	Tomates	Lechuga y Acelga
Arena total	ISSS	41,44%	41,44%	41,44%
Limo	ISSS	28,92%	28,92%	28,92%
Arcilla	ISSS	29,64%	29,64%	29,64%
Textura	ISSS	Arcillosa gruesa	Arcillosa gruesa	Arcillosa gruesa
pH	1:2,5	7,5	7,31	7,32
Conductividad equivalente	1:2,5	0,63 mmhos/cm	5,06 mmhos/cm	4,19 mmhos/cm
Materia orgánica	C.O.Oxidable	3,38%	2,8%	2,73%
Carbonatos	Calcímetro	No detectados	No detectados	1,18%
Caliza activa	Calcímetro	Carbonatos <10%	Carbonatos <10%	Carbonatos<10%
Fósforo	Olsen	99,50 ppm	53,50 ppm	71,60 ppm
Potasio	Acetato	927,05 ppm	575,95 ppm	563,85 ppm
Calcio	Acetato	12,27 meq/100 g	14,13 meq/100 g	13,64 meq/100 g
Magnesio	Acetato	1,93 meq/100 g	1,62 meq/100 g	1,60 meq/100 g
Sodio	Acetato	0,45 meq/100 g	0,82 meq/100 g	0,79 meq/100 g

Los cultivos fueron regados con agua analizada previamente, sus características fueron:

Alcalinidad total	2,0 meq/l
Cloruros	12,1 meq/l
Sulfatos	19,0 mg/l
pH	7,24
Conductividad eléctrica a 20°C	0,28 µs/cm
Calcio	40 mg/l

Potasio	3,6 mg/l
Magnesio	5,4 mg/l
Sodio	12,4 mg/l

Entre las prácticas culturales, en todos los ensayos se han realizado acolchados para evitar las malas hierbas, conservar la humedad y aumentar la temperatura del suelo.

### Semilleros y repicados

Se realizaron las siembras en turba con cama caliente producida por manta térmica y repicados en bandeja de las alvéolos en las siguientes fechas:

ESPECIE	SEMILLERO	REPICADO	TRANSPLANTES
Pimiento	20 - 02 - 2004	26 - 03 - 2004	26 - 04 - 2004
			30 - 04 - 2004
			18 - 05 - 2004
Tomate	09 - 01 - 2004	19 - 01 - 2004	11 - 03 - 2004
	06 - 02 - 2004	19 - 02 - 2004	08 - 04 - 2004
	16 - 02 - 2004	27 - 02 - 2004	21 - 04 - 2004
Lechuga	20 - 09 - 2004	24 - 09 - 2004	15 - 10 - 2004
Acelga	20 - 09 - 2004	27 - 09 - 2004	15 - 10 - 2004

### Tratamientos fitosanitarios

#### Pimiento

10 - 05 - 04	Dicarzol + Antracol (Formetenato + Propineb)
25 - 05 - 04	Dicarzol + Confidor + Curzate (Formetenato + Imidapropil + Mancozeb)
01 - 6 - 04	Mikal Plus (Fosetyl Al)
16 - 6 - 04	Kor 75D (Mancozeb)
24 - 6 - 04	Topsin (Metiltiofanato)
05 - 7 - 04	Decis (Deltametrina)

#### Tomate

26 - 03 - 04	Curzate (Mancozeb)
05 - 04 - 04	Zatest (Mancozeb)
19 - 04 - 04	Antracol + Dicarzol (Propineb + Formetenato)
10 - 05 - 04	Antracol + Dicarzol (Propineb + Formetenato)
25 - 05 - 04	Dicarzol + Confidor + Curzate (Formetenato + Imidapropil + Mancozeb)
01 - 06 - 04	Mikal Plus (Fosetyl Al)
13 - 8 - 04	Metomilo (Metomilo)

#### Lechuga y acelga

08 - 11 - 04	Rovral (Iprodiona)
--------------	--------------------

### Épocas de floración y recolección

Los tomates comenzaron a florecer el 20 - 05 - 2004, se controlaron 7 floraciones y se determinó el séptimo racimo floral. Se empezó a recoger tomate a finales de junio (28 - 06 - 04) y se terminó a finales de septiembre.

Los pimientos comenzaron a florecer a primeros de julio (6 - 07 - 2004), se recogieron los primeros frutos a principios de agosto, y se terminó a mediados de octubre.

La lechuga y la acelga se recolectaron en el mes de diciembre.

## RESULTADOS

### Producciones

#### PRODUCCIÓN DE TOMATE CON TRES NIVELES DIFERENTES DE ABONADO EN kg/m<sup>2</sup>

Variedad	Nivel uno	Nivel dos	Nivel tres
Jack	14,75	15,4	16,3
Comanche	12,45	14,4	14,6
Comanche Injertado	14,6	16,5	18,2
Cabrales	13,4	14,6	15,6
T-18	8,2	8,95	10,45

Densidad de plantación: 2,5 plantas/m<sup>2</sup>

#### PRODUCCIÓN DE PIMIENTO CON TRES NIVELES DIFERENTES DE ABONADO EN kg/m<sup>2</sup>

Variedad	Nivel uno	Nivel dos	Nivel tres
Isla	6,14	6,46	6,75
Isla Barbas	6,15	6,45	6,74
Bierzo	7,42	7,89	8,19
Ebro	4,87	5,11	5,34
Arguedas	3,95	4,1	4,2
Mecín	8,34	8,65	9,3
Genil	7,15	7,82	8,4
Denver	6,1	6,4	6,6
Tampico	3,22	3,45	3,7

Densidad de plantación: 3 plantas/m<sup>2</sup>

#### PRODUCCIONES DE LECHUGA Y ACELGA CON TRES NIVELES DIFERENTES DE ABONADO EN kg/m<sup>2</sup>

Especies	Nivel uno	Nivel dos	Nivel tres
Lechuga	4,1	4,3	4,95
Acelga	4,8	5,25	6,3

## Residuos en los cultivos ensayados

### CONTENIDO EN NITRATOS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS ESTUDIADOS SOBRE MATERIA SECA

Fecha	Muestra	Lugar	Humedad %	Materia Seca Nitratos (mg/kg de NO <sub>3</sub> )	Materia Comestible Nitratos (mg de NO <sub>3</sub> )
29/06/2004	Pimiento var. Isla Hidropónico	Muriedas	92,5	1206	90,45
29/06/2004	Pimiento var. Isla Invernadero	Muriedas	91,5	1455	123,67
18/10/2004	Pimiento var. Isla Barbas Aire libre	Muriedas	93,3	185	12,39
18/10/2004	Pimiento var. Isla Hidropónico	Muriedas	92,7	160	11,68
18/10/2004	Pimiento var. Ebro Invernadero	Muriedas	93,3	147	9,84
18/10/2004	Pimiento var. Isla Barbas Aire libre	Muriedas	93	78	5,46
18/10/2004	Pimiento var. Bierzo Invernadero	Muriedas	93,3	155	10,38
18/10/2004	Pimiento var. Tampico Aire libre	Muriedas	92,4	70	5,32
18/10/2004	Pimiento var. Mecín Invernadero	Muriedas	92,5	90	6,75
18/10/2004	Pimiento var. Denver Aire libre	Muriedas	92,5	66	4,95
29/06/2004	Tomate var. Royesta Hidropónico	Muriedas	92	6	0,48
18/10/2004	Tomate var. Jack Invernadero	Muriedas	94,5	15	0,82
18/10/2004	Tomate var. Comanche Injertado Invernadero	Muriedas	94,6	25	1,35
18/10/2004	Tomate var. Comanche Injertado Invernadero	Muriedas	94	10	0,6
18/10/2004	Tomate var. Cabrales Invernadero	Muriedas	94,7	16	0,84
18/10/2004	Tomate var. Royesta Invernadero	Muriedas	94,5	18	0,99
18/10/2004	Tomate var. T-18 Invernadero	Muriedas	94,8	48	2,49
18/10/2004	Tomate var. Cabrales Hidropónico	Muriedas	94,4	19	1,06
10/05/2004	Lechuga Aire Libre	Muriedas	95	56578	2828,9
13/05/2004	Lechuga Hidropónico	Gama	95,5	32989	1484,5
13/05/2004	Lechuga Hidropónico	Anero	95,3	48484	2278,74
15/06/2004	Lechuga Aire Libre	Gama	95,4	15169	697,77
15/06/2004	Lechuga Hidropónico	Gama	95	14692	734,6
15/06/2004	Lechuga Invernadero	Gama	95,7	73292	3151,55
30/06/2004	Acelga Aire Libre	Muriedas	92,6	30091	2226,73

Se ha realizado un análisis estadístico (ANOVA) para comprobar si existen diferencias en cuanto a la fecha, variedad (dentro de un mismo cultivo) y medio de cultivo.

El análisis resultó no significativo por lo que podemos afirmar que el contenido en nitratos en el caso del tomate y de la lechuga no está influenciado por la fecha, el sistema de cultivo y la variedad. Hay que tener en cuenta que aunque son muchos los datos obtenidos no son los suficientes para un análisis estadístico integral.



Sin embargo en el caso del pimiento, el análisis resultó significativo para la variable fecha por lo que podemos afirmar que los pimientos acumulan más nitratos en junio que en

MUESTRA	NIVEL UNO		NIVEL DOS		NIVEL TRES		Fecha	Lugar
	(mg/kg KNO <sub>3</sub> )	%	(mg/kg KNO <sub>3</sub> )	%	(mg/kg KNO <sub>3</sub> )	%		
Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> )	2251,7	95,4	2540,91	95,3	3744,56	94,5	30/12/04	CIFA
Acelga ( <i>Beta vulgaris</i> )	4511,52	94,8	6197,16	95,7	10024,87	93,3	30/12/04	CIFA

octubre y que la variedad y el sistema de cultivo no influyen en la concentración de nitratos.

### CONTENIDO EN RESIDUOS DE NITRATOS SOBRE MATERIA COMESTIBLE DE LECHUGA Y ACELGA CON TRES ABONADOS DIFERENTES

El contenido en nitratos aumenta a medida que incrementamos la dosis de abonado.

### CONCLUSIONES

- Con los resultados referentes a los cultivos de tomate y pimiento, ante la limitación del número de muestras posibles para realizar las determinaciones, se escogieron muestras donde estaban representadas todos los niveles de fertilización y todas las variedades cultivadas al aire libre, en invernadero y en cultivo hidropónico.
- Con respecto a las producciones de lechuga y acelga, al ser cultivos que se aprovechan por sus hojas y ser éstas las que más acumulan los residuos de nitratos, se analizaron los tres niveles distintos de abonado, los resultados son concluyentes y verifican la hipótesis planteada, se producen acumulaciones de nitratos en las hojas de los vegetales, mientras que la acumulación en los frutos es significativamente menor, si bien el pimiento acumula un porcentaje mayor de nitratos que el tomate.
- La aportación de nitratos en las hortalizas es muy elevada, por lo tanto, hay que tener mucho cuidado de no hacer ingestas copiosas de estos alimentos por el riesgo que conlleva en la ingesta total de nitratos. Con respecto al cultivo en los meses de otoño e invierno hay que reducir al máximo la aportación de nitrógeno a los cultivos de hoja. Aunque la acelga no tiene reglamentación específica como en el caso de lechuga y espinaca, es preciso significar que se producen acumulaciones muy considerables de nitratos en sus hojas, en nuestros ensayos es la que más nitratos acumula.

