

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

MANEJO Y RENDIMIENTO DEL TOMATE

EVALUACIÓN EDÁFICA EN AGRELO (MENDOZA, ARGENTINA)

Benjamín R. Perez Valenzuela ¹ y Jorge Erquiaga ²

Tomato: handling and yield

Edaphic evaluation in Agrelo (Mendoza, Argentina)

RESUMEN

El objetivo fue obtener muy altos rendimientos en un cultivo comercial de tomate, utilizando una tecnología de cultivo apropiada y conocer, comprender y cuantificar las causas de los distintos rendimientos obtenidos. Para ello las etapas realizadas fueron:

1. diagnóstico
2. planificación
3. ejecución de las tareas
4. evaluaciones

Diagnóstico

El terreno, las distintas pendientes y pedregosidades superficiales; la calidad y disponibilidad del agua de riego; las condiciones edafológicas hasta una profundidad de 1,50 m; la población nativa de nemátodos. Sobre la base del diagnóstico se programó la segunda etapa.

ABSTRACT

The target was to obtain high yields in the commercial cultivation of tomato, using one appropriated cultivation technology and getting to know, understand, measure the causes of the different yields obtained. In order to do this, the following stages were done:

1. diagnosis
2. planification
3. task fulfillment
4. evaluations

Diagnosis

The following items were diagnosed: the soil, the different slopes and superficial stony places; the quality and availability of irrigation water, edafologic conditions up to 1.5 m depth, the native population of nematodes.

1 Departamento de Ingeniería Agrícola. Edafología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Alte. Brown 500. (5505) Chacras de Coria, Mendoza, Argentina.
E. Mail: caifca@raiz.uncu.edu.ar

2 Asesor agrario. Nieto y Cía.

Planificación

Se planificaron correcciones inmediatas y normas de manejo adecuadas. Se programó la fertilización nitrogenada y fosfórica. Posteriormente la tercera etapa.

Ejecución de las tareas

Se subsoló, se pasó cincel, se niveló de 0,2 a 0,3 %, se sembró Río Grande, Peto Rock y Peto 9543. Se realizó siembra directa con distancia de plantación de 1,4 m. Densidad de siembra variable desde 60.000 a 100.000 plantas ha⁻¹.

Evaluaciones

Rendimientos medios de parcelas testigo, sin ninguna fertilización, fue de 60.900 kg ha⁻¹. Hubo sectores fertilizados con 150 kg nitrógeno/ha y 70 de fósforo, con rendimientos medios de 110.000 kg/ha. En la primera pasada se cosecharon, aproximadamente, 30.000 kg/ha, en la segunda 70.000 kg/ha y 8.000 kg/ha de verde. La pendiente del terreno, en ese sitio, fluctuó de 0,25 a 0,50 %, estas pendientes son las que han estado asociadas con los mayores rendimientos obtenidos y una sanidad muy buena en cuanto al fruto cosechado.

Planification

The second stage was programmed on the basis of diagnosis. Immediate corrections and accurate handling rules were carried out. The nitrogenous and phosphoric fertilization were programmed.

Task fulfillment

The following activities were done: the soil was subsoiled, levelled between 0.2-0.3 % and Rio Grande, Peto Rock and Peto 9543 were sown. The direct sowing with 1.4 m between furrows was done. The density of tomato plants varied between 60.000 to 100.000 per ha.

Evaluations

The average yield of control plots without fertilization at all, was of 60.900 per ha, there were places with 150 kg of nitrogen per ha and 70 kg per ha of phosphorus with average yield of 110.000 kg/ha. On the first pick about 30.000 per ha were harvested, in the second pick 70.000 kg per ha and 8.000 kg per ha of green fruit. The slope of the soil in this place fluctuated between 0.25 to 0.50 %, this slopes are the ones with have been associated with the highest yield obtained and with the very good quality with respect to the picked fruit.

Palabras clave

tomate - rendimiento -
evaluación edáfica

Key words

tomato - yield -
edaphic evaluation

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue obtener en el ciclo agrícola 1993-94 altos rendimientos en un cultivo comercial de siembra directa de tomate utilizando una tecnología de cultivo apropiada y conocer, comprender y cuantificar algunas de las causas de los distintos rendimientos obtenidos.

La finalidad era integrar diversos aspectos técnico-científicos en lo que se denomina experimentación adaptativa, y obtener los máximos rendimientos posibles para precisar criterios edafo-agronómicos que tengan real aplicabilidad en la agricultura regadía regional.

MATERIALES Y MÉTODOS

• **Diagnóstico**

La primera etapa fue de diagnóstico de la situación:

1. La propiedad está ubicada en Agrelo (Luján, Mendoza, Argentina).
2. Diagnóstico del terreno:
Eran aproximadamente 20 hectáreas que habían sido cultivadas intensamente con maíz. Estaba dividido en tres cuadros de forma rectangular. En lo sucesivo se identificarán como sectores «A» el ubicado más al norte, «B» el intermedio y «C» el del sur.
3. Diagnóstico del agua de riego:
Se determinó la conductividad eléctrica (CE), los aniones y cationes solubles y se determinó la relación de adsorción de sodio (RAS) del agua subterránea de cuatro pozos. Esta propiedad no tiene otro tipo de disponibilidad de agua.
4. Diagnóstico edafológico:
Éste consistió en la descripción y el análisis de las características físicas y químicas de dos calicatas por cuadro, de una profundidad aproximada de 150 cm y relevamientos puntuales con barreno hasta 40 cm de profundidad.
5. Diagnóstico de nemátodes.

• **Planificación**

Sobre la base del diagnóstico se programó las correcciones inmediatas y las normas de manejo, presumiblemente más adecuadas. Con los análisis edáficos se programó la fertilización nitrogenada y fosfórica. Se planificó que se realizaría evaluación de los rendimientos obtenidos en tres sitios del cultivo comercial, como así también de las pendientes del terreno asociadas con los rendimientos y del posible ataque de nemátodes.

• **Ejecución de las tareas**

Las correcciones inmediatas fueron pasar el subsolador hasta una profundidad de 60 cm, distanciado uno de otro 80 cm y en dos pasadas cruzadas oblicuamente. Luego se pasó el cincel a 30 cm de profundidad, también con dos pasadas cruzadas oblicuamente. Posteriormente se realizó movimiento de tierra para que el terreno quedara a una pendiente promedio de 0,2 a 0,3 %.

Siembra: las variedades sembradas fueron: Río Grande, Peto Rock, Peto 9543, Zenith. Se realizó siembra directa con una sembradora y fertilizadora mecánica. La distancia de plantación fue de 1,40 m entre hileras. La fertilización inicial consistió en 350 kg de 18-46-0. La siembra se hizo escalonada en el tiempo, se inició por el Cuartel C, el 8/10/93. Se realizó raleo con zapa. La segunda aplicación nitrogenada, también mecanizada, consistió en urea a razón de 200 kg/ha y se empezó a aplicar a los 40 días del inicio de la siembra. Se realizó una sola labranza. Se fertilizó mecánicamente e inmediatamente se procedió al aporque definitivo. La frecuencia de riego fue variable, de 8 a 14 días. En general fueron 3 riegos al mes de una duración aproximada de 24 horas cada uno. Todo el manejo del cultivo se realizó con herbicidas, Sencorex de pre y postemergencia.

- **Evaluaciones**

Al azar se seleccionó el surco 137 a partir del oeste, en el sector «C» sembrado con cv. Río Grande, en lo sucesivo «sitio 1». Se cosechó ese surco y los dos de los costados en una longitud de 100 metros cada uno. La cosecha de cada surco se hizo por parcelas de 4 metros. En este sitio se realizaron dos pasadas: la primera a los 137 días de la siembra y la segunda a los 155 días: en esta última, por conveniencia operativa, se cosecharon los frutos maduros y los verdes pesándose por separado. En el sector "A", el último en ser sembrado, se ubicaron el «sitio 2» con cv. Peto 9543 y el "sitio 3" con Río Grande. Las parcelas y la forma de cosechar fueron similares al sitio 1º, con la diferencia que se realizó una sola pasada a los 124 días de la siembra y que los surcos eran tres alternados, cosechando los maduros y verdes simultáneamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Diagnóstico del agua de riego**

El valor promedio de las conductividades eléctricas del agua de los cuatro pozos fue: 1,3 dS m⁻¹, y el RAS (relación de adsorción de sodio) de 0,5. Las salinidades de las aguas son medianas y muy bajas en cuanto a sodicidad. En la muestra de mayor conductividad las sales de mediana solubilidad de Ca están alrededor de 10 me L⁻¹. Teóricamente se podría haber lucubrado el efecto de esas sales que podrían haber disminuido el efecto salino de las aguas de mayor salinidad. Pero este tema es totalmente irrelevante en una experimentación adaptativa en donde no se conoce el volumen de agua que se aplica con cada riego, ni la proporción del uso de las distintas aguas. Esta información se utilizó para tener el criterio de ir analizando la evolución de la salinidad de los suelos a través del ciclo del cultivo.

- **Diagnóstico de las condiciones edafológicas**

Las texturas predominantes en superficie (0 - 20 cm) eran franco-arenosas; volumen de sedimentación (Vs) promedio de 0,93 cm³ g⁻¹, con valores extremos de 0,87-0,96. El sector "C" era más arcilloso al pie de las unidades de riego, es decir hacia el Sur del Cuartel. En profundidad, como en la mayoría de los suelos regionales, existían algunos sitios con estratificación textural, con una o dos capas, de 5 a 10 cm de espesor, a profundidades variables, de textura franco-arcillosa, la máxima de ellas con 1,20 cm³ g⁻¹ de Vs. Otra característica física importante es que la capa superficial, aproximadamente hasta los 25 cm, tenía extremadamente alta consistencia en seco. Esta condición, en ese estado físico de suelo, la dan las texturas arcillosas, pero no se corresponden con las texturas franco-arenosas de esos sitios, de lo cual se colige que estaba muy compactado, esto se observó en todas las calicatas. Esto se debe a la cosecha mecánica del maíz que se realiza con grandes máquinas y con camiones cargados que transitan en la zona de cultivo. Los análisis de salinidad dieron valores que fluctuaron desde 0,46 dS.m⁻¹ en un sector bastante arenoso, hasta 1,68 dS.m⁻¹ en la capa más arcillosa analizada.

En general, eran suelos con muy baja salinidad. En fertilidad, los valores de nitrógeno total fluctuaron desde 220 mg/kg hasta 1000 mg/kg y los de N-NO₃ de 1,9 a 43,6 mg/kg. De potasio intercambiable, los valores fluctuaron de 150 a 400 mg/kg y los de fósforo extracción carbónica 1:10 de 0,8 a 6,4 mg/kg. Estas determinaciones eran promedio de capas de 0-20 y 20-40 cm. En general, los valores más altos de los tres nutrimentos se localizaban en los sectores más arcillosos y los menores en los más arenosos.

- **Diagnóstico del terreno**

En general no estaba bien nivelado. Esta situación se observa en las figuras 4, 5 y 6 (pág. 9), donde están expresadas algunas pendientes de surcos de riego y de las camas de siembra. En los sectores «A» y «B» se observaron extensos «manchones» de clastos (piedras) distribuidos irregularmente en superficie y en profundidad.

- **Diagnóstico de nemátodos**

Las muestras analizadas dieron resultados negativos. Del diagnóstico edafológico y del terreno se colige la heterogeneidad de los suelos y la dificultad para estandarizar las recomendaciones y manejo. Las cantidades de fertilizantes programadas y aplicadas surgieron de las necesidades del cultivo de tomate, de otros antecedentes locales (González 1992, Lipinski et al. 1991), y de las metas de producción deseadas.

- **Evaluación del primer sitio**

En figura 1 (pág. 8) se expresan los rendimientos promedios de los tres surcos del «sitio 1», cv. Río Grande. De esta evaluación se concluye:

1. el rendimiento de una superficie de 480 m² fue próximo a los 110.000 kg/ha.
2. en la primera pasada se cosecharon 30.000 kg/ha, el 27 % de la producción total y en la segunda, 70.000 Kg/ha, el 65 %, y 8.000 kg/ha de verde, 8 %.
3. existió un sector de 19,2 m² donde se evaluó el máximo del rendimiento: 135.000 kg/ha.
4. en este sector se realizó la tercera pasada, de lo que se colige que el rendimiento ha sido, con seguridad, mayor a los 110.000 kg/ha evaluados en este sitio.

En la figura 4 (pág. 9) se observan las pendientes del surco de riego y de la cama de siembra del surco N° 137. Éstas fueron homogéneas al principio de la transecta, y con una pendiente puntual que fluctuó de 0,25 a 0,50 %, estas pendientes son las que han estado asociadas con los mayores rendimientos obtenidos y una sanidad muy buena en cuanto al fruto cosechado. Al pie de las unidades de riego las pendientes son menores, se hacen mucho más irregulares, hasta existen valores negativos tanto en surco como en cama de siembra. Esta situación produjo, en dicho sector, la existencia de algún porcentaje de fruto podrido, lo cual se refleja en los menores rendimientos obtenidos. Se observó ataque de nemátodos muy irregular. Había una planta muy atacada y al lado otra, sin síntomas. En general no existía un patrón definido, pero

era el sector de mayores rendimientos el que tenía el mayor ataque. Al pie del surco prácticamente no existía y esto es explicable porque esa zona por la menor pendiente ha tenido posibilidades de más anegamiento.

El ataque de nemátodos, evidentemente, debe haberse iniciado tarde, cuando las plantas tenían los frutos formados. Según la intensidad del daño observado no podrían haber existido esos rendimientos.

Del relevamiento de salinidad edáfica realizado a los 25 días de la siembra, se obtuvo valores que fluctuaron desde 5,9 a 8,6 dS m⁻¹ en la capa de 0-20 cm de la cama de siembra. En el surco de riego, y a profundidades de 20 a 40 cm, en el camellón, los valores fluctuaban alrededor de 1,3. Aproximadamente a 100 surcos al oeste de este sitio se realizó un ensayo de respuesta a la fertilización (Perez Valenzuela, Erquiaga, 1996), del cual se consigna que la media de las parcelas testigo, sin ninguna fertilización, fue de 60.900 kg ha⁻¹ y el máximo parcelario sin fertilizar fue de 70.500. Durante todo el ciclo la expresión vegetativa de los tratamientos testigos era muy inferior al resto del cultivo. Estos resultados evidencian la buena respuesta de la fertilización programada, que en este sitio fue aproximadamente de 150 kg/ha de nitrógeno y 70, de fósforo. Estos lugares no tenían diferencias edafológicas apreciables, los contenidos nutricionales eran muy similares, alrededor de 500 mg/kg de nitrógeno total y 3,6 de fósforo extracción 1:10 en los sectores de máximo rendimiento, valores promedio de 0 a 40 cm.

• Evaluación del segundo sitio

Estaba ubicado en el sector «A», sembrado con cv. Peto 9543. La textura era franco-arenosa en su totalidad, con menor disponibilidad nutricional que el sitio 1. En la capa promedio de 0-40 cm tenía 1,7 mg/kg de fósforo extracción carbónica 1:10, 350 de nitrógeno total y 170 de potasio intercambiable. La fertilización realizada fue la misma que en sitio 1. Se cosecharon tres surcos alternados en una longitud de 100 metros cada uno.

Las parcelas y la forma de cosechar fueron similares al sitio 1, con la diferencia que se realizó una sola pasada a los 126 días de la siembra cosechando los maduros y verdes simultáneamente. En la figura 2 (pág. 8) se expresan los rendimientos evaluados. En consecuencia:

1. el rendimiento obtenido fue de 81.000 kg/ha, 75.000 maduros, el 92 %, y 7.000 verde, 8 %.
2. el mayor promedio cosechado en un espacio de 51,2 m² fue de 98.000 kg/ha, coincidente con el cosechado maduro que fue de 94.000 kg/ha.
3. existe un amplio sector donde los rendimientos están por encima de los 90.000 kg/ha, pero al pie de las unidades de riego los rendimientos disminuyeron considerablemente, lo que originó que el rendimiento promedio descendiera.

Los resultados obtenidos no se correspondieron con las apreciaciones visuales que se habían hecho de este sitio, sobre la base de los otros rendimientos. Se estimaba que la producción debía estar alrededor de los 130.000 kg/ha.

Esta no correspondencia obedece a que este sitio se dejó de regar mucho antes de un mes de la cosecha, y además los frutos no estaban totalmente llenos.

En la figura 5 (pág. 9), están expresadas las pendientes de los surcos y de la cama de siembra. Se observa mucha heterogeneidad, en general hay mayor pendiente al medio de la transecta considerada, lugares donde se han obtenido los mayores rendimientos. Al pie de las unidades de riego, con muy baja pendiente, próximas a 0 %, se han obtenido los menores rendimientos. Hecho similar al sitio 1, pero con diferencias más evidentes de rendimiento. Esto fundamentalmente estuvo dado por la menor densidad de plantas. Hubo fallas de emergencia por inundación temporaria al pie de las unidades de riego. La disminución de rendimiento se corresponde exactamente con las irregularidades topográficas consignadas. El ataque de nemátode también fue muy irregular y en muchas plantas muy intenso.

• Evaluación del tercer sitio

También en el sector «A», sembrado con cv. Río Grande, contiguo a la variedad Peto 9543 y de similares condiciones edáficas y de terreno. Los surcos cosechados fueron tres alternados en una longitud de 100 metros cada uno. Las parcelas, la forma y la época de cosecha fueron las mismas que las anteriores, es decir una sola pasada a los 126 días de la siembra, cosechando los maduros y verdes simultáneamente y pesándolos separadamente. En la figura 3 (pág. 8) se expresan los rendimientos promedios de los tres surcos. De ellos se concluye:

1. el rendimiento obtenido fue de 93.000 kg/ha, 85.000 maduros (92 %) y 7.000 verde (8 %). Estos valores son menores que los obtenidos con la misma variedad en el sector «C». Las causas podrían ser: que se sembró más tarde; que se realizó una sola pasada; que hacía más de un mes que no se regaba y que los frutos estaban muy huecos.
2. el máximo fue de 116.000 kg/ha. Con respecto al Peto 9543 contiguo, el Río Grande rindió 15 % más, considerando al Peto 9543 el 100 %. Esta diferencia no puede atribuirse a las variedades, porque el ensayo realizado no lo permite.
3. también, como en el Peto 9543 contiguo, al pie del riego y por cuestiones de manejo, el rendimiento disminuyó mucho, lo cual hizo bajar el promedio.

Las pendientes del sitio están expresadas en figura 6 (pág.9), aproximadamente hasta los 80 m tiene pendiente promedio de 0,25 %, al pie del surco disminuye la pendiente, asimismo se notan irregularidades topográficas en la cama de siembra. Al estar próxima al sitio 2, se corresponden con las otras conclusiones extraídas anteriormente. El rendimiento total de las 20 ha superó los 90.000 kg/ha. Dicho rendimiento comercial se obtuvo en báscula de fábrica y con el 100 % del tomate de primera calidad.

Fig. 1. Tomate Río Grande - Nieto - Agrelo (Mendoza)
Rendimientos promedio - Sitio 1

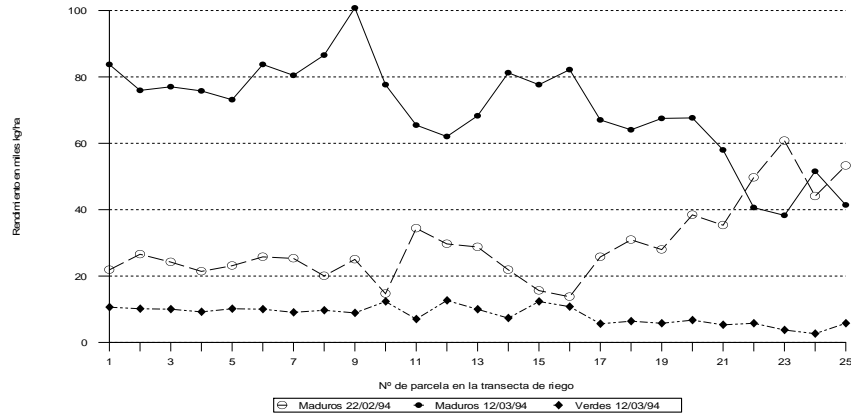


Fig. 2. Tomate Peto 9543 - Nieto - Agrelo (Mendoza)
Rendimientos promedio - Sitio 2

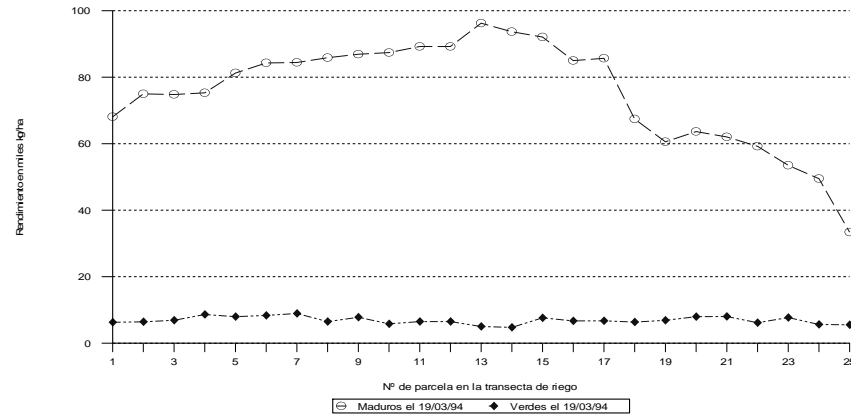


Fig. 3. Tomate Río Grande - Nieto - Agrelo (Mendoza)
Rendimientos promedio - Sitio 3

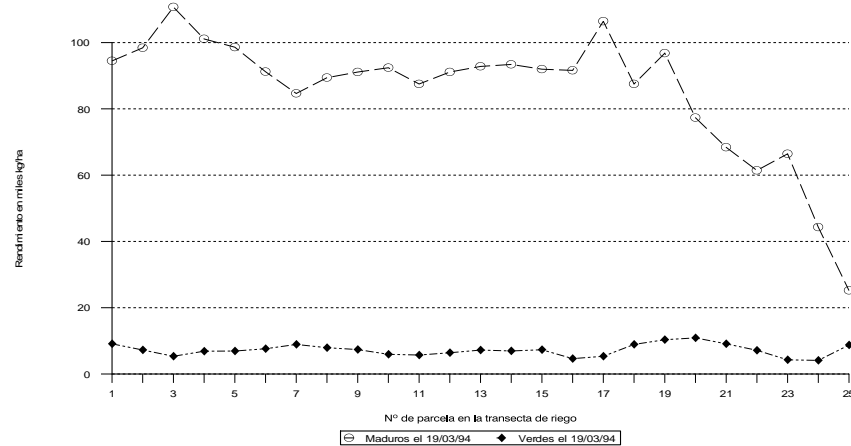


Fig. 4. Tomate Río Grande - Nieto - Agrelo (Mendoza)
Pendiente del surco 137 - Sitio 1

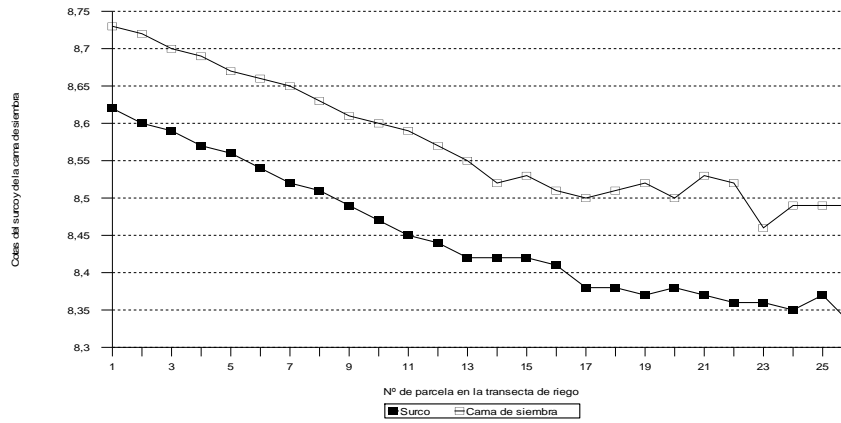


Fig. 5. Tomate Peto 9543 - Nieto - Agrelo (Mendoza)
Pendiente de los surcos - Sitio 2

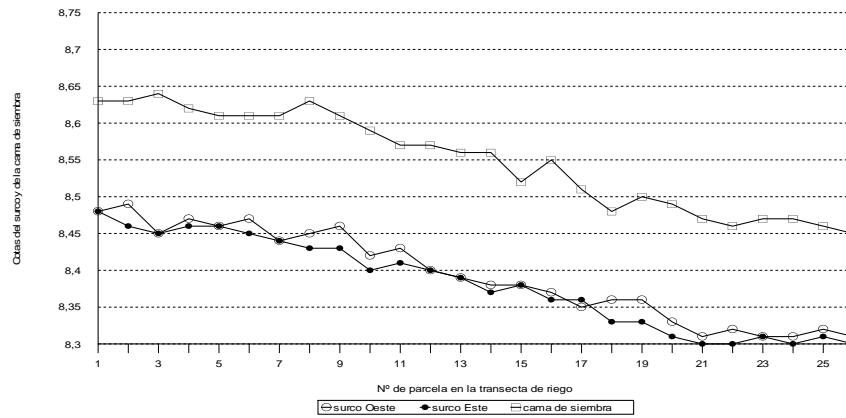
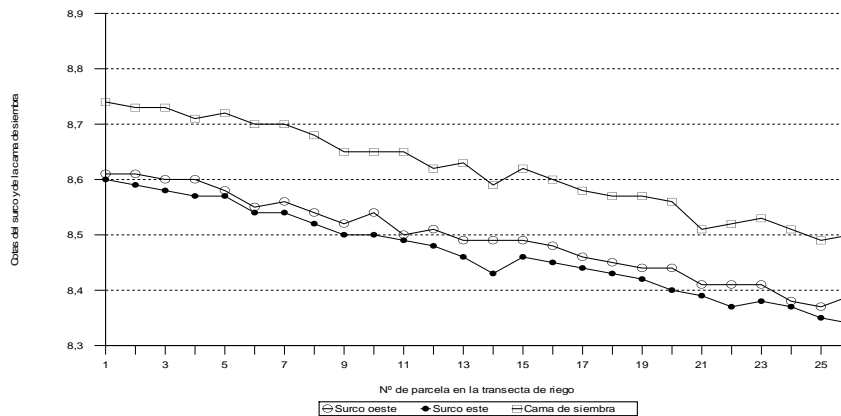


Fig. 6. Tomate Río Grande - Nieto - Agrelo (Mendoza)
Pendiente de los surcos - Sitio 3



CONCLUSIONES

- Los objetivos del trabajo fueron ampliamente logrados. Se obtuvieron rendimientos puntuales y generales muy elevados, más de 90.000 kg/ha, pocas veces o nunca alcanzados en Mendoza, en un cultivo comercial de estas dimensiones.
- Los altos rendimientos obtenidos han estado asociados a pendientes homogéneas, menores de 0,5 % y hasta 0,15 % aproximadamente, texturas franco-arenosas, con irregular ataque de nemátodos.
- Los menores rendimientos están asociados a sectores de 0 % de pendiente o de topografía deprimida, y en lugares donde no hubo una buena formación de la cama de siembra y hubo fallas de emergencia como así también de aireación.
- El éxito de la explotación radicó en que se le dio una importancia relevante a la etapa de diagnóstico, a la planificación, al seguimiento minucioso de indicadores edáficos y de cultivo y a la ejecución de todas las tareas en tiempo y forma. No se dejó librado al azar ninguno de los factores de producción.

Esto, fácil de decir, se consigue difícilmente en el campo. Debe existir un paquete tecnológico disponible, un equipo integrado de profesionales conocedores del tema, capataces y obreros suficientemente entrenados y la motivación necesaria para alcanzar altos rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- González, M. 1992. Guía tentativa para el cálculo de las exigencias de fertilización de acuerdo a las disponibilidades de nitrógeno, fósforo y potasio del suelo. INTA. Centro Regional Cuyo - Folleto N° 107, 9 págs.
- Lipinski, V., Filippini, M. F. y Perez Valenzuela, B. R. 1991. Efecto de la fertilización potásica y fosforada en el rendimiento y calidad del tomate para industria. XIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Bariloche.
- Perez Valenzuela, B. R. y Erquiaga, J. 1996. Respuesta a la fertilización en tomate de Agrelo, Mendoza. Inf. Cient. y Técn. N° 50. F.C.A. U.N.Cuyo, Mendoza.