

O/H. 12241  
T29

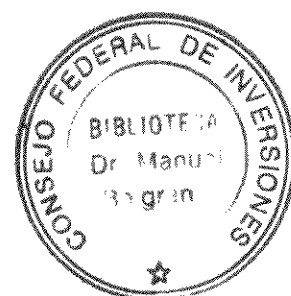
43732

**Diagnóstico de la Actividad Invernada  
de Ganado Vacuno en Pasturas Bajo Riego**

**INFORME FINAL**

**Experto:** Ing. Agr. Alfonso Héctor Tricarico

**Colaboradores:** Ing. Agr. Félix O. González  
Ing. Agr. Pable E. Moggio  
Ing. Zoot. Jose L. Tiedemann



**Santiago del Estero, Abril de 2002.-**

## **Indice general**

Resumen	Pag 9
Introducción	Pag 10
Finalidad	Pag 11
Objetivo	Pag 12
1.- Elaboración del diagnostico del área de riego del Río Dulce, Sistema Los Quiroga de la Pcia de Sgo del Estero.	Pag 13
1.1.- Descripción de los recursos naturales del área	Pag 13
1.1.1.- Suelos	Pag 13
1.1.2.- Clima	Pag 22
1.1.3.- Riego	Pag 25
1.2.- Estructura Social	Pag 41
1.2.1.- Población, departamentos, principales ciudades	Pag 41
1.2.2.- Salud y Educación	Pag 43
1.3.- Estructura Económica	Pag 48
1.3.1.- Tamaño y Tenencia de la Tierra	Pag 48
1.3.2.- Infraestructura	Pag 50
1.3.3.- Producciones, áreas sembradas	Pag 53
1.3.4.- Agroindustria	Pag 56
1.3.5.- Servicios de apoyo a la Producción	Pag 61
* Conclusiones acerca del diagnostico de la Situación actual del área de riego	Pag 69
2.- Diagnostico de la Ganadería en la Zona de riego	Pag 90
2.1.- Desarrollo histórico de la ganadería en Sgo del Estero	Pag 90

2.2.- Actual situación técnica y económica	Pag 97
2.3.- La Ganadería en la zona de riego.	
Grado de desarrollo de la actividad	Pag 100
2.4.- Determinación de existencias ganaderas del área	Pag 102
2.5.- Determinación de la cantidad de productores que realizan la actividad	Pag 104
2.6- Tipo de producción ganadera que se realiza actualmente	Pag 105
2.7- Identificación de las explotaciones modales	Pag 107
2.8- Nivel tecnológico de las explotaciones	Pag 108
2.9- La oferta, tipo de animal y grado de terminación	Pag 110
2.10- Modos de comercialización	Pag 111
2.11- Identificación de los factores limitantes	Pag 112
3.- Factibilidad técnica y económica de la invernada de hacienda vacuna en el área de riego	Pag 116
3.1- Descripción de las condiciones del área para el invernada de ganado vacuno en pasturas bajo riego	Pag 117
3.2- Elaboración de planteos técnicos para mejorar la producción	Pag 123
3.3- Propuesta para optimizar el uso del riego en pasturas perennes	Pag 146
3.4- Definir distintos modelos productivos	Pag 148
3.5- Determinar el origen de la hacienda a invernada	Pag 156
3.6- Posibilidades de incorporación de tierras actualmente improductivas a la producción ganadera bajo riego	Pag 160
3.7- Oferta futura estimada de hacienda gorda a producir en el área	Pag 162
3.8- Impacto sobre el Producto Bruto Provincial y las posibilidades de aumento en la recaudación impositiva	Pag 163

3.9- Cálculos para los nuevos modelos productivos	Pag 166
3.10- Nivel de inversiones por hectárea y globales, evaluación de Inversiones	Pag 174
3.11- Incremento en la demanda de mano de obra	Pag 181
3.12.- Impacto en las actividades económicas conexas (provisión de productos y servicios a la nueva actividad) y en el desarrollo y ordenamiento de la industria frigorífica.	Pag 187
4.- Mercados local y Regional.	Pag 192
4.1.- Demanda local y regional de hacienda gorda, cantidad, tipo y calidad.	
-Cantidad demandada.	Pag 192
4.2.- Origen y cantidad actual del abasto.	Pag 198
4.3.- Caracterización de la industria frigorífica local, cantidad de establecimientos, capacidad de faena y categoría.	Pag 199
5.- Propuestas para el desarrollo de la actividad de invernada bajo riego.	Pag 207
5.1.- Acciones para mejorar la comercialización.	Pag 207
5.2.- El asociativismo para mejorar la eficiencia en las diferentes etapas de la producción y la comercialización.	Pag 213
5.3.- Actividad institucional gubernamental y privada.	Pag 215
5.4.- Generación y transferencia de tecnología.	Pag 221
5.5.- Los horizontes de planificación y posibles etapas de desarrollo de la actividad.	Pag 223
5.6.- El nivel y el tipo de inversiones necesarias.	Pag 226
5.7.- Las diferentes situaciones y las necesidades de financiamiento.	Pag 228
5.8.- Adecuación de líneas de financiamiento para distintas situaciones.	Pag 230
5.9.- Oferta actual de financiamiento.	Pag 232
5.10.- Descripción de las distintas situaciones de los sujetos de crédito.	Pag 233
Bibliografía.-	Pag. 235

## **Indice de Figuras, Tablas y Fotos.**

- .- Tabla N° 1: Valores medios e intervalo de confianza (probabilidad de 95 % según la distribución de *t*) para pH, materia orgánica, nitrógeno orgánico, fósforo y potasio. Pag 14
- .- Figura N° 1: Histograma de frecuencias de los porcentajes de materia orgánica. Pag 14
- .- Figura N° 2: Histograma de frecuencias de los porcentajes de nitrógeno orgánico. Pag 15
- .- Figura N° 3: Histograma de frecuencias de los valores de pH. Pag 15
- .- Figura N° 4: Histograma de frecuencias de los valores de fósforo disponible. Pag 16
- .- Figura N° 5: Histograma de frecuencias de los valores de potasio disponible. Pag 17
- .- Tabla N° 2: Clasificación de los suelos de la zona, según grado de afectación salina. Pag 18
- .- Figura N°6: Clasificación de los suelos, según grado de afectación salina. Pag 19
- .- Figura N° 7: Ubicación fitogeográfica del Chaco Seco y húmedo. Pag 22
- .- Tabla N° 3: Vientos Preponderantes en la zona de riego. Pag 23
- .- Tabla N° 4: Temperaturas Medias de la zona de riego. Pag 23
- .- Tabla N° 5: Temperaturas Estacionales Medias de la zona de riego. Pag 23
- .- Tabla N° 6: Régimen de heladas de la zona. Pag 24
- .- Tabla N° 7: Precipitaciones Medias Mensuales de la zona de riego. Pag 24
- .- Tabla N° 8: Padrón de Regantes, para las cinco zonas del Río Dulce,1998. Pag 26
- .- Figura N° 8: Zona I. Pag 30
- .- Figura N° 9: Zona II. Pag 31

.- Tabla N° 22: Valores anuales de superficie, producción y valor aproximado del movimiento de dinero de los principales cultivos la cadena agroalimentaria	Pag 74
.- Foto N° 3: Enfardado automático de alfalfa, zona de riego.	Pag 77
.- Foto N° 4: Alfalfar en Colonia El Simbolar.	Pag 78
.- Figura N° 14: Oscilaciones Temporarias del Precio del algodón \$/Tn. (1968-1999).	Pag 80
.- Tabla N° 23: Serie histórica de precios del algodón	Pag 80
.- Tabla N° 24: Cuadro de producción consumo e importación del Brasil.	Pag 82
.- Figura N° 14: Síntesis del diagnostico.	Pag 84
.-Figura N° 15: Problemas técnicos.	Pag 85
.-Figura N° 16: Problemas económicos y financieros.	Pag 85
.-Figura N° 17: Caída de los ingresos.	Pag 86
.- Figura N° 18: Disminución y pérdida de rentabilidad.	Pag 86
.- Tabla N° 25: Superficies sembradas y de número de productores y parcelas.	Pag 87
.- Tabla N° 26: Evolución de las existencias ganaderas bovinas del NOA y su relación con el total del país.	Pag 92
.- Foto N° 5: Topado y rolado dejando los árboles grandes y eliminando el fachinal.	Pag 94
.- Foto N° 6: Sistema silvopastoril.	Pag 96
.- Foto N° 7: Pradera de gatton panic, sembrada al voleo después de un rolado.	Pag 99
.- Foto N° 8: Rodeo de cría cuarterones y cruza regional en pastoreo de monte.	Pag 100
.- Tabla N° 27: Existencias ganaderas en Dptos del área de riego.	Pag 103
- Tabla N° 28: Producción de pasto en kg de M. Seca	Pag 118
- Tabla N° 29 Calendario Sanitario	Pag 125

- Tabla N° 30	Potencial de producción de forraje de alfalfa para la zona de riego	Pag 130
- Tabla N° 31	Diferencias entre gramíneas subtropicales	Pag 136
- Tabla N° 32	Digestibilidad de los componentes de la pastura	Pag 137
- Tabla N° 33	Diferencias adaptativas de especies megatérmicas recomendadas	Pag 137
- Tabla N° 34	Efecto de la carga animal y la pastura sobre ganancia de peso anual	Pag 137
- Tabla N° 35	Efecto de la carga animal y la pastura sobre la producción de carne	Pag 138
- Tabla N° 36	Producción de Materia Seca bajo riego	Pag 139
- Figura N° 19	Clasificación de los suelos según grado de afectación salina	Pag 160
-Tabla N° 37	Consumo de carne bovina en Santiago, La Banda y zonas aledañas	Pag 195
-Tabla N° 38	Características de los establecimientos faenadores existentes en la Provincia de Santiago del Estero.	Pag 204

## **Resumen**

El presente estudio contiene un diagnóstico de la situación económica y productiva del área de riego del Río Dulce, una aproximación acerca del grado de subutilización de los recursos existentes, paralización productiva, abandono de fincas y del deterioro de los suelos por salinización con la consecuente pérdida de productividad agrícola.

Se determinó que más de 30.000 hectáreas están paralizadas, con el servicio de riego cortado con las consecuencias negativas desde el punto de vista económico, social y de deterioro del recurso natural que ello implica. Detener y revertir este proceso de deterioro es posible si se realiza paralelamente al incremento de una actividad que permita económicamente encarar los procesos de recuperación.

En el trabajo se identifica la actividad de Invernada de hacienda vacuna en pasturas bajo riego, se demuestra la factibilidad técnica y económica de de la misma, se elaboran modelos productivos y se dimensiona el efecto multiplicador que el incremento de esta actividad generaría en la economía provincial.

Se realizó un estudio de mercado que determinó que la Provincia de Santiago del Estero importa anualmente carne, ya sea en pie o faenada de otras provincias para satisfacer el ochenta por ciento de las necesidades de consumo de las ciudades de Santiago Capital, La Banda y aledaños, con la consecuente exportación de capital provincial.

Se esbozan además los lineamientos para la constitución de un Programa Ganadero para la zona de riego, que contemple la realización de un proyecto, que tenga el objetivo de lograr el autoabastecimiento de hacienda gorda para el consumo de las ciudades de Santiago del Estero, La Banda y aledaños con la reactivación y recuperación de 30.000 hectáreas del área de riego actualmente paralizadas.



## **I.- Introducción**

El área de riego del Río Dulce constituye una de las zonas bajo riego más antiguas del país. A poco de fundada la ciudad, alrededor 1557, el gobernador Abreu y Figueroa construye la primer acequia por lo que actualmente es la Av. Belgrano. A ambos lados de la acequia se comienzan a desarrollar huertas que abastecían a la población. A fines del siglo XIX surge la industria del azúcar y la construcción de nuevos acueductos. La industria azucarera muere a fines del siglo pasado y los canales persisten conformando una red que continuó ampliándose posteriormente.

En 1897 llega a Santiago contratado por el gobierno, el hidráulico Cassaffoust que dio un impulso y construyó una red oficial de canales para atenuar el efecto de las inundaciones y utilizar el agua para riego, desarrollándose en forma constante la agricultura mediante explotaciones grandes que con el tiempo se fueron subdividiendo y colonizando. Estas formas de utilización del agua eran a partir de la captación directa del río.

Un impulso importante para el área, es la construcción en el año 1952 del dique derivador Los Quiroga, y la posterior construcción en 1968 de la represa de Río Hondo y la constitución de la Corporación de Riego del Río Dulce. El sistema de riego tiene un área de influencia de cerca de 300.000 ha, estando en condiciones de abastecer con la actual forma de utilización del agua, aproximadamente, 120.000 ha.

El área comprende parte de los Departamentos Capital, Banda, Robles, Silípica, Loreto San Martín y una pequeña parte de Figueroa. En estos departamentos se encuentran los centros poblados más importantes, el único sistema de riego regulado y las principales obras de infraestructura y servicios.

La actividad agropecuaria está orientada en su mayor parte a la producción de algodón, alfalfa, hortalizas, cereales y soja. También se realiza en la zona engorde de hacienda bovina, en parte debido a la crisis estructural del área de riego y sus producciones tradicionales, lo que se suma a la proximidad de áreas de secano, productoras de terneros y la cercanía a los más importantes centros de consumo provinciales. Por sus características la actividad se desarrolla en las explotaciones de mayor tamaño y ha mostrado una expansión creciente.

## **II.- FINALIDAD**

La finalidad de este estudio de factibilidad técnica y económica de la actividad de invernada de ganado vacuno en pasturas bajo riego es la de proveer a La Secretaría de la Producción y Medio Ambiente de la Provincia de Santiago del Estero de una herramienta para la elaboración de planes de incentivación de la actividad de invernada de ganado vacuno y la reconversión de parte del área de riego.

Actualmente el área de riego se encuentra subutilizada, ya que se riegan 50.000 ha. el 41,6 % de las 120.000 ha, regables, quedando un importante capital ocioso, compuesto de tierras desmontadas, infraestructura de canales, acequias, caminos, electrificación maquinarias, mano de obra y capacidad de gestión. A su vez la Provincia exporta capital debido a la importación de ganado gordo para faena y carne en res de otras provincias para abastecer el consumo local.

La actividad de engorde de ganado vacuno en pasturas bajo riego tiene factibilidad técnica y económica y su desarrollo generará un efecto multiplicador de actividad económica provincial, no solo abasteciendo la actual demanda interna de carne para el

consumo, sino con la perspectiva de convertirse en exportadora a otras provincias del norte que son netamente importadoras de carne vacuna, en especial la vecina Tucumán.

Como beneficio secundario, la actividad propuesta posibilitará la recuperación de suelos que vieron disminuida su productividad por mal manejo y una mayor eficiencia en la administración del sistema de riego.

### **III.- OBJETIVO**

Realizar un estudio de diagnóstico de situación del área de riego y determinar el grado de utilización de los recursos productivos.

Describir el actual grado de desarrollo de la actividad engorde vacuno en el área de riego.

Describir las condiciones del mercado local-regional de comercialización de carne vacuna.

Elaborar un modelo mejorado.

Aportar elementos para la definición de políticas de promoción de la actividad

## **1.- Elaboración del diagnóstico del área de riego del Río Dulce, Sistema los Quiroga, de la Provincia de Santiago del Estero.**

### **1.1.- Descripción de los Recursos Naturales del área.**

#### **1.1.1.- Suelos**

Los suelos que cubren la zona de riego, son originados a partir de materiales transportados, existiendo en la zona, suelos desarrollados a partir de materiales depositados por el viento (eólicos) y los suelos fluviales que se han desarrollado a partir de materiales depositados por el río Dulce [GALIZZI y Otros, 2001].

Los materiales eólicos son del tipo loésico, de granulometría limosa hasta arenosa, mientras que los sedimentos fluviales pueden ser de texturas gruesas, medias y finas, siendo las finas las que ocupan menor superficie y normalmente están circunscriptas a zonas bajas o paleocauces arcillosos [GALIZZI y Otros, 2001; GASTAMINZA y Otros, 1998].

Los suelos pertenecen al orden de los entisoles, con predominio del grupo de los Ustipsamientos, que son suelos arenosos, bien drenados, no presentan el horizonte diagnóstico, el perfil tipo es A-AC-C, que al disponer el agua de riego, del sistema del Río Dulce, se toman aptos para la agricultura [GASTAMINZA y Otros, 1998].

#### **Fertilidad Química:**

Basado en el trabajo del Ing. GALIZZI y Otros, [2001], se indica en la Tabla N° 1 los valores promedios para la zona de riego y los intervalos de confianza del pH, Materia Orgánica, Nitrógeno Orgánico, Fósforo y Potasio.

Tabla N° 1: valores medios e intervalo de confianza (probabilidad de 95 % según la distribución de *t*) para pH, materia orgánica, nitrógeno orgánico, fósforo y potasio.

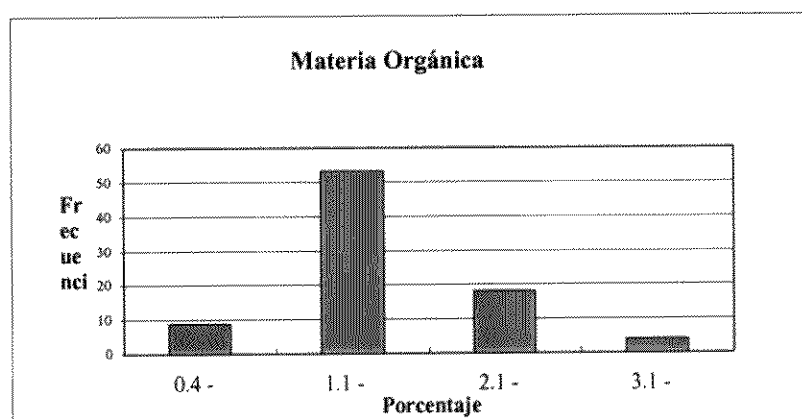
Propiedad	Zona I (n = 10)	Zona II (n = 24)	Zona III (n = 39)	Zona IV (n = 16)	Zona V (n = 24)
pH 1:2,5	7,3 ± 0,3	7,5 ± 0,2	7,7 ± 0,1	7,6 ± 0,2	7,8 ± 0,2
mat. org. %	1,9 ± 0,7	1,8 ± 0,4	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,3	1,5 ± 0,3
nitrógeno %	0,1 ± 0,04	0,09 ± 0,02	0,1 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,1 ± 0,01
fósforo Mg.kg <sup>-1</sup>	27 ± 16	35 ± 9	29 ± 4	34 ± 11	32 ± 9
potasio Mg.kg <sup>-1</sup>	1012 ± 232	1070 ± 125	1043 ± 84	1013 ± 169	1024 ± 114

Fuente: Ing. GALIZZI- FAyA-UNSE

### Materia Orgánica

Los porcentajes de materia orgánica más frecuentes (Figura N° 1) estuvieron entre 1,1 y 2,0 %, los cuales pueden calificarse como bajo. El valor más alto lo tuvo un suelo de desmonte en Clodomira ( zona I) con 3,8 % [GALIZZI y Otros, 2001].

Figura N° 1: Histograma de frecuencias de los porcentajes de materia orgánica.



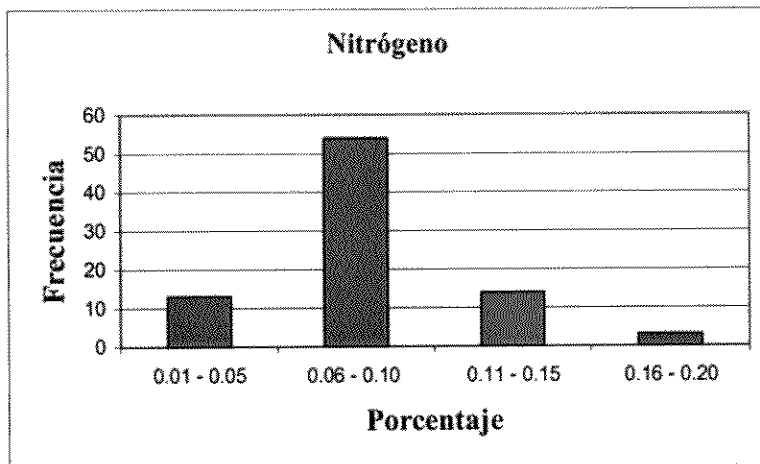
Fuente: Ing. GALIZZI- FAyA-UNSE

### Nitrógeno

El porcentaje de nitrógeno mostró la máxima correlación con la materia orgánica. Esta fuerte asociación se explica porque el nitrógeno es parte integrante de la materia orgánica.

Los valores más frecuentes de este nutriente (Figura N° 2) corresponden al rango 0,06 – 0,10 , que se lo puede calificar como regular [GALIZZI y Otros, 2001].

Figura N° 2: Histograma de frecuencias de los porcentajes de nitrógeno orgánico

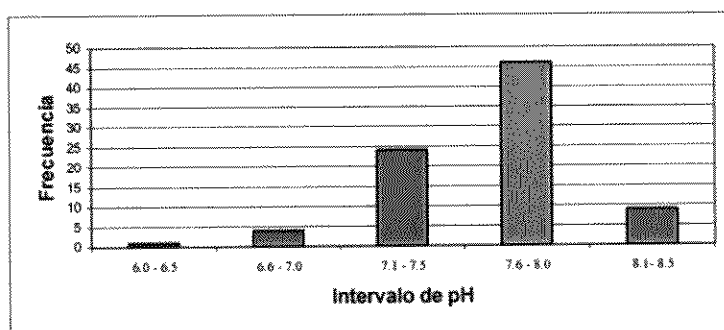


Fuente: Ing. GALIZZI- FAyA-UNSE.

### pH.

Las cinco zonas tuvieron valores de pH que pueden calificarse de neutros a ligeramente alcalinos. Los suelos con  $\text{pH} < 7$  son poco frecuentes (Figura N° 3). El riego también puede provocar aumentos del pH debido a la incorporación de sodio, al reemplazo de los cationes bivalentes y al aumento del PSI. También afecta la disponibilidad del fósforo y de los micronutrientes, como son el hierro, el zinc, el manganeso y el cobre.

Figura N° 3 : Histograma de frecuencias de los valores de pH

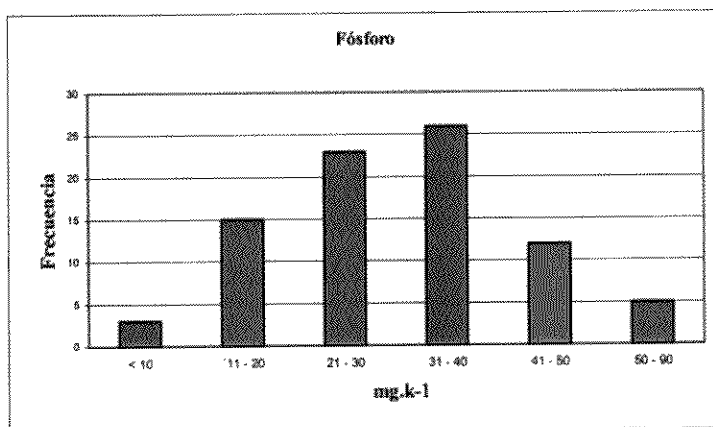


Fuente: Ing. GALIZZI- FAyA-UNSE.

## Fósforo

Los valores promedios de fósforo disponible variaron entre 21 a 40 mg.kg<sup>-1</sup> (Figura N° 4). De acuerdo con los niveles observados de fósforo, no parece ser un nutriente limitante para los cultivos ya que todas las zonas tuvieron valores promedios mayores a 12 mg.kg<sup>-1</sup>, con valores extremos entre 10 – 96 mg.kg<sup>-1</sup>. Los menores valores lo tuvieron suelos de origen aluvial de textura arenosa (10 mg.kg<sup>-1</sup> La Dársena, zona I), mientras que los suelos aluviales de texturas finas y los de origen loésicos tuvieron contenidos mas altos (P > 50 mg.kg<sup>-1</sup>, La María, zona IV). También se observó que los suelos de desmonte (96 mg.kg<sup>-1</sup>, Clodomira, zona I) tuvieron valores mas altos que los suelos cultivados, lo cual explica porqué hay correlación directa entre los porcentajes de materia orgánica y fósforo disponible ya que ambos disminuyen con el uso del suelo, [GALIZZI y Otros, 2001].

Figura N° 4 : Histograma de frecuencias de los valores de fósforo disponible

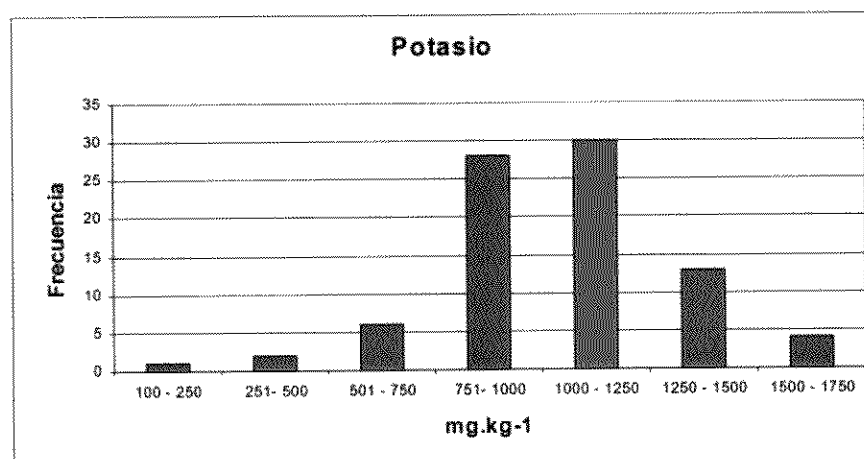


Fuente: Ing. GALIZZI- FAyA-UNSE.

## Potasio

Los suelos poseen altos contenidos de potasio disponible para los cultivos; los valores promedios variaron entre 1012 hasta 1070 mg.kg<sup>-1</sup>(Figura N° 5). Los altos niveles de potasio disponible se explicarían por tratarse de suelos relativamente jóvenes y por los minerales presentes, en especial a la illita en la arcilla y feldspatos y plagioclasas en la arena, [GALIZZI y Otros, 2001].

Figura N° 5 : Histograma de frecuencias de los valores de potasio disponible.



Fuente: Ing. GALIZZI- FAyA-UNSE.

## Salinidad y Sodificación.

La salinidad y la sodificación, así como la elevación de la capa freática, se han convertido en una amenaza creciente de la agricultura bajo riego. La superficie afectada en el área de riego del Río Dulce es del 60 % del total, estando 7000 has descartadas por falta de factibilidad técnica y económica de producción. El 14 % del total provincial está afectado por problemas de sales y sodio, [GASTAMINZA, 1998]. El agua de riego aporta sales a razón de 0,414 kg m<sup>-3</sup> que significa una entrada de sal de 5.500 Kg ha<sup>-1</sup> año. Debido a las condiciones semiáridas del área regable, con suelos salinos, aguas freáticas mineralizadas y drenajes naturalmente restringidos, la salinización secundaria progresiva



resulta una consecuencia lógica, agravando esta situación la carencia de una red orgánica de drenaje.

Su grado de afectación está relacionado con la manifestación de los siguientes factores:

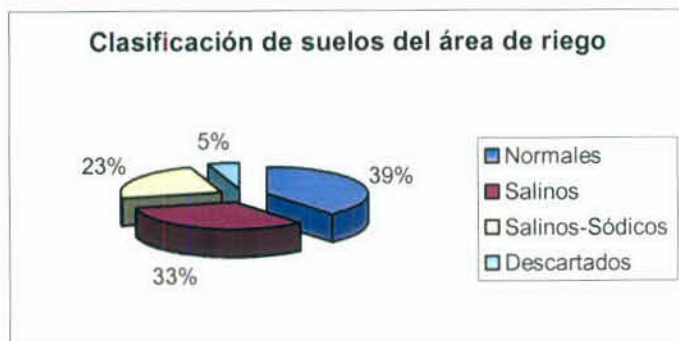
- Falta de nivelación y emparejamiento de los suelos.
- Napa freática salina.
- Drenaje natural restringido.
- Uso irracional del riego.
- Presencia de canales sin revestir que aportan a la freática.
- Infraestructura de drenajes inconclusa y de escaso mantenimiento (solo a nivel de canales primarios en algunas zonas del Proyecto Río Dulce).

Basados en datos aportados por Ing. Prieto, de la EEA.INTA Santiago del Estero, el grado de deterioro que se observaba en el año 1990, se detalla a continuación en la Tabla N° 2. Los valores están graficados en la Figura N°6.

**Tabla N° 2: Clasificación de los suelos de la zona de riego según grado de afectación salina**

Clasificación de suelos	Características	Área afectada
Normales	C.E. < 2,5 mmhos/cm	39%
Salinos	Requieren láminas de lavado de aproximadamente 500 mm	33%
Salinos – Sódicos	Requieren 500 a 1500 mm de lavado y 5 a 10 toneladas de yeso por ha.	23%
Descartados	Altamente sódicos, con deterioro total de sus propiedades físicas	5%

**Figura N°6. Clasificación de los suelos según grado de afectación salina**



Fuente: Ing. Prieto, EEA.Inta. SE

### **Agua Subterránea**

En el área de riego las posibilidades del agua subterránea apta, están limitadas en un área que comprende todo el Dto. Robles, el sector sur del Dto. Banda, un pequeño sector del Dto. Capital que abarca la ciudad de Santiago del Estero y el sector norte del Dto. Silípica (Simbol). Las zonas de aguas de buena calidad, están limitadas en el sudoeste, por las perforaciones en la Estación Zanjón (357 m de profundidad), Estación Ing. Escurra (122 m) y Estación Arraga (110 m). En la ciudad de Santiago del Estero la profundidad media es de 80 m.

### **Características hidrogeológicas del Área de Riego del Río Dulce**

Según el Lic. Raúl MARTÍN [2001], este valle, que nace a partir del Embalse de Río Hondo, está formado por sedimentos del Plioceno, en una morfología de terrazas de hasta 30/40 m de altura, conformando un valle tectónico con un ancho medio de entre 1.000 a 1.500 m. La disposición del cauce, responde a un juego de fracturas, mediante tramos cortos, cuyos rumbos coinciden con las direcciones principales de los afloramientos Terciarios, observables en las barrancas del río. Luego de este recorrido, el cauce se ajusta a una fractura de rumbo Sureste. El desnivel del cauce actual es de unos 25 m con relación a la planicie que disecta, siendo su ancho máximo, de unos 3.000 m. El valle presenta un

textura a reno-gravosa, aunque es frecuente la presencia de una base arcillosa, como en Aragonés, Morales, Tipiro, Dique los Quirogas y el Dean.

Se trata de una planicie elevada tectónicamente, con una altura media de 250 m.s.n.m, con una orientación preferente Norte-Sur. Los principales sistemas de fallas regionales, son de tipo compresional y se orientan meridionalmente, con un juego transversal de fracturas secundarias. Estas terrazas fluviales de acumulación son, en general, de constitución arenosa, con algunos niveles que contienen restos de mamíferos del Cuaternario. La cubierta superficial es de estructura eólica [MARTÍN, 2001].

### **Llanura Aluvial**

A partir de la ciudad Capital de Santiago del Estero, el río entra en una extensa llanura aluvial, cruzando la falla de Huyamampa de rumbo norte/sur y buzamiento hacia el Este. Esta fractura presenta un rechazo de más de 300 m, según datos aportado por perfiles de perforaciones profundas. Este desnivel, rellenado por acumulación clástica de génesis aluvial, y textura arenosa, se extiende en forma de abanico con dirección hacia el Sureste, tornándose luego hacia el Sur, hasta la localidad de Arraga, aproximadamente.

En esta llanura existen rasgos de una antigua llanura aluvial, producto de las divagaciones del río Dulce, unidades ubicadas entre las Rutas Nacionales 34 y 9, donde los cauces presentan alvéolos bien definidos, además de ser frecuente la existencia de albardones de alturas variables, cuyo rumbo es paralelo a los cauces [MARTÍN, 2001].

### **Cono Aluvial del Río Dulce**

Abarca una superficie aproximada de 3.000 km<sup>2</sup> y comprende la sección del abanico aluvial, que pasando por la ciudad Capital, incluye en sus límites las localidades de Clodomira, Fernández y Santa María, al sur. Una estructura geológica, producto del fallamiento de la corteza terrestre, permitió la acumulación de gran cantidad de material

grueso transportado por el río Dulce, el que está aportando agua permanentemente. Estas condiciones hacen que los caudales de explotación en toda la subzona sean importantes, pero, principalmente, en donde se produce la mayor recarga de los acuíferos (entre el Puente Carretero y La Dársena), con rendimientos superiores a los 500 m<sup>3</sup> /h, de agua apta para el consumo humano. Este cono aluvial presenta una potencia de unos 150 m, donde entre el 50 al 70 % corresponde a formaciones porosas de textura arenosa de buena porosidad y permeabilidad. Estas presentan un fuerte acuñaamiento sedimentológico hacia el Este, hasta la ciudad de Fernández, por el Norte hasta la Localidad de Clodomira y hacia el Sur alcanza la localidad de Arraga, donde la calidad química desmejora por la presencia del ión Sulfato, llegando en algunos casos a sobrepasar los permitidos por la OMS ( 400 mg-litro). En general, este cono tiene aguas que, desde el punto de vista hidroquímico, presentan baja a media salinidad, ubicándose en valores de 450 mg-litro a 750 mg-litro, salvo en los puntos indicados donde aumenta sensiblemente el contenido salino.

Los caudales específicos que se obtienen son importantes y dependen de la profundidad del pozo. Se estima una captación subterránea, con unos 30 m de filtros, de 40 a 60 m<sup>3</sup>/hora/metro. En la zona distal del cono, los caudales específicos, oscilan entre los 5 a 10 m<sup>3</sup>/hora/metro.

Del Cono Aluvial del Río Dulce se abastecen con agua subterránea potable 235.000 habitantes (50% del total de la Provincia), quienes consumen 20 Hm<sup>3</sup> /año en cifras aproximadas. Presenta un flujo subterráneo radial a partir de un centro localizado, aproximadamente, en La Dársena. Allí se ubicaría el área de máxima recarga [MARTÍN, 2001].