



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Modalidad pasantía

"Determinación de la calidad del agua
para uso agrícola en localidades
seleccionadas de las provincias del Chaco,
Corrientes y Santiago del Estero."

AÑO: 2021

**PASANTE: CLAUDIA
GUADALUPE ALVAREZ CASTRO**

**DIRECTOR: ING. AGR.
ANA LUCÍA KARLEN**

1. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua es uno de los factores más relevante en la producción agropecuaria; además de la cantidad se precisa información referente a la calidad de la misma. La calidad indica, generalmente, aptitud para diferentes usos y se establece en relación a la evolución de la peligrosidad potencial que ocasiona su utilización sobre los suelos y cultivos. Es importante considerar dos aspectos referentes a la calidad: la química y la agronómica (Ayers *et al.* 1985).

La calidad química tiene un alcance bastante amplio y está dado por las cantidades de sales presentes y la proporción de diferentes iones existentes en la solución; su conocimiento determina recomendaciones para uso doméstico, industrial, pecuario y/o agrícola (Castellón Gómez, 2015). En el caso de calidad agronómica, generalmente no se especifica con que calidad química se debe utilizar el agua, sino que se prioriza la calidad agronómica del cultivo a tratar, métodos de riego, drenaje del suelo y prácticas de manejo de agua, suelo y plantas (Castellón Gómez, 2015).

Con la introducción de nuevas tecnologías en la aplicación de fitosanitarios (herbicidas, insecticidas, fungicidas), el agua constituye el principal medio de transporte de los mismos, ya que es el líquido más ampliamente difundido, pero también porque posee una excelente capacidad como solvente.

La efectividad del producto fitosanitario a aplicar es el resultado de la interacción de factores tales como: tipo de adversidad a controlar (plagas, enfermedades y malezas), condiciones meteorológicas, característica del producto y calibración del equipo pulverizador (Khal *et al.*, 2016). Al mismo tiempo, la calidad del agua utilizada como transporte es de capital importancia, ya que la misma constituye entre el 95 – 99% en la preparación del caldo de aplicación.

Frecuentemente, no se tiene en cuenta la importancia del agua utilizada al momento de preparar el caldo. Una mala calidad puede ir en detrimento de la eficacia de la aplicación e incluso puede hacer que falle por completo. Investigaciones han demostrado que la solubilidad y eficiencia de algunos herbicidas pueden ser afectados adversamente por la pobre calidad del agua usada para diluirlos (Odero, 2007). Concurrentemente, la presencia de cationes disueltos como calcio, sodio, magnesio, hierro y aluminio pueden influenciar la eficacia del herbicida (Chahal *et al.*, 2012).

Resultados de ensayos han mostrado que la eficiencia de herbicidas (ej. glifosato) no estuvo influenciada por la formulación del producto, pero fue afectada significativamente por el volumen y por la calidad del agua utilizada. En general, tratamientos realizados con volúmenes de 200l/ha resultaron en un control significativamente mayor de hierbas dañinas. Al mismo tiempo, los resultados obtenidos sugieren que el uso de agua limpia aumenta la eficacia del herbicida aún usando dosis del herbicida menores a la recomendada (Doğan *et al.*, 2012).

La mala calidad del agua puede disminuir la eficiencia de los agroquímicos, lo que puede conducir a incrementar las frecuencias de aplicación o aumentar la dosis. Esta acción incrementa el riesgo de contaminación ambiental, aumenta la exposición de las personas a los productos químicos y aumenta los costos de producción (Carrasco-Letelier *et al.*, 2015).

En general, los pesticidas constituyen un costo sustancial en la producción agrícola; usando agua de mala calidad reduce considerablemente el retorno en la inversión. Cualquier factor que disminuya la eficiencia del producto aplicado acarrea un pobre control de la peste a combatir y significantes pérdidas en los rendimientos económicos (Mbakwe, 2019).

En la aplicación de fitosanitarios (principalmente herbicidas, insecticidas y fungicidas) se utiliza el agua como medio de transporte. El agua constituye un medio agresivo para los plaguicidas; en su envase original un producto se puede conservar inalterado hasta 36 meses, en cambio, una vez disuelto en agua su efectividad se ve comprometida en horas o días. Para mantener, o ralentizar la desintegración estructural de los principios activos, es necesario proporcionar un medio estable, y evitar que éstos queden retenidos por las cargas de partículas disueltas en el medio dispersante, y/o que ciertas reacciones químicas los inactiven.

Para ello, hay que analizar la calidad química del agua. Básicamente, los factores que determinan la calidad son: a) el pH – alcalinidad / acidez; b) minerales disueltos en el agua que ocasionan la dureza; y c) los coloides o materia orgánica en suspensión o turbidez.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Adiestramiento en prácticas a campo para relevar información sobre indicadores de calidad del agua.

2.2. Objetivos específicos:

- Adquirir entrenamiento en análisis del agua destinada a la agricultura en la región del noreste.
- Determinar la relación entre las propiedades químicas del agua y su uso agrícola.
- Determinar la relación existente entre alcalinidad, pH y dureza del agua con el origen.
- Evaluar las propiedades químicas del agua con el tipo de suelo.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Área de estudio.

El trabajo se realizó en departamentos ubicados en tres provincias localizadas en el noreste (Chaco y Corrientes) y centro norte (Santiago del Estero) de la República Argentina (Figura 1). Las localidades en que se trabajaron en cada provincia fueron las siguientes: en el Chaco, las localidades de Gancedo, Frentones, Pampa del Infierno, Concepción del Bermejo, Río Muerto, Sáenz Peña, Bajo Hondo, Corzuela, Loro Blanco, Avia Teray, Napenay, Tres Isletas y La Tigra; en Corrientes, en Itá Ibate e Itá Caabó; y en Santiago del Estero, en las localidades de Sachayoj, Bandera, Pampa los Guanacos, Otumpa y Roversi. La Tabla 1 indica la localización de las localidades y la cantidad de muestras realizadas en cada departamento de las respectivas provincias.

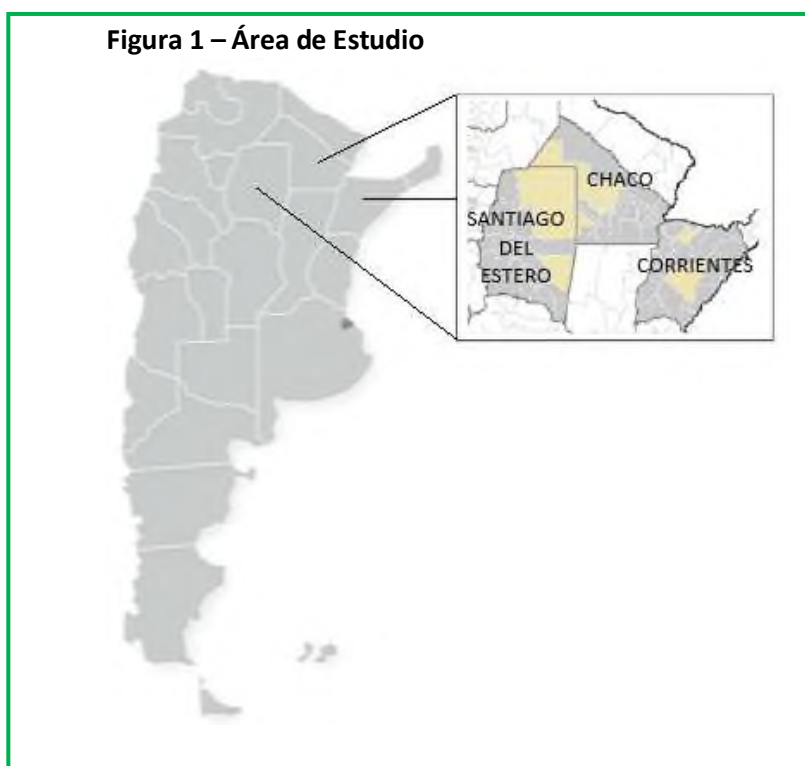


Tabla 1 - Análisis realizados por departamentos provinciales

Provincia	Departamento	Localidades	Cantidad de análisis
Chaco	12 de octubre	Gancedo	7
	Almirante Brown	Concep. Del Ber, Frentones, Pampa del infierno, Rio muerto.	25
	Comandante Fernández	Saenz Peña, Bajo Hondo.	6
	General Belgrano	Corzuela, Loro Blanco.	8
	Independencia	Avia Terai, Napenay.	3
	Maipú	Tres Isletas.	2
	O'Higgins	La Tigra.	3
Corrientes	General Paz	Itá Ibaté.	5
	Mercedes	Itá Caboo.	8
Santiago del Estero	Alberdi	Sachayoj.	1
	Belgrano	Bandera.	1
	Copo	Pampa los Guanacos.	2
	General Taboada	Los Jurés.	2
	Moreno	Otumpa, Roversi.	7
Total			80

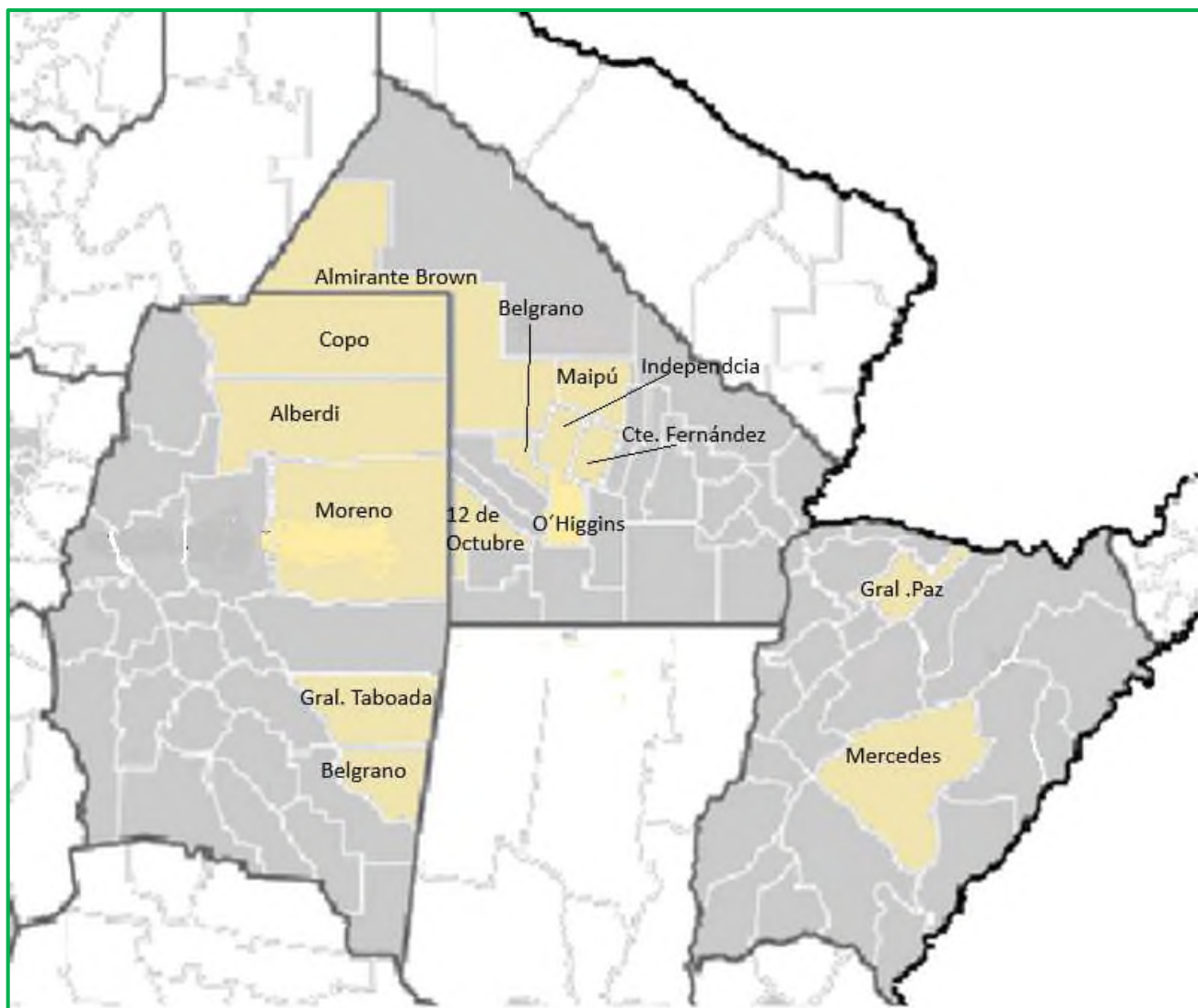
Se pueden diferenciar dos zonas: los departamentos del Chaco y Santiago del Estero localizados entre las isohietas 600 – 900 mm disminuyendo de este a oeste; y una zona más húmeda, con más precipitaciones correspondiente a los departamentos de Corrientes que se encuentran entre las isohietas de 1600 a 1700 mm, aumentando de oeste a este.

La región oriental de Santiago del Estero y occidental del Chaco constituyen una vasta región agroganadera (soja, algodón y ganado bovino). Las precipitaciones son escasas y los cursos de agua temporarios. La evaporación es intensa y las sales se acumulan en la superficie debido al ascenso capilar del agua subterránea saturada de sales.

Referente a la provincia de Corrientes, el departamento de Mercedes se destaca por ser un importante centro ganadero, pero posee un gran porcentaje de tierra destinada a la producción de arroz al igual que el departamento de General Paz.

La Figura 2 localiza cada departamento en su correspondiente provincia.

Figura 2 – Departamentos provinciales del área de estudio



3.3 Análisis del agua

El agua utilizada en la agricultura se obtiene de diferentes fuentes (perforaciones, pozos, lagunas, etc.) y su calidad está determinada por varios factores tales como pH / alcalinidad, dureza y turbidez.

Para el análisis de las muestras se utilizó un “laboratorio portátil” (Figura 3) que contenía todos los elementos necesarios para realizar los diferentes procedimientos: peachimetro, soluciones buffer y para titulación, goteros, jeringas, vasos de titulación, etc.

Figura 3 - Laboratorio portátil

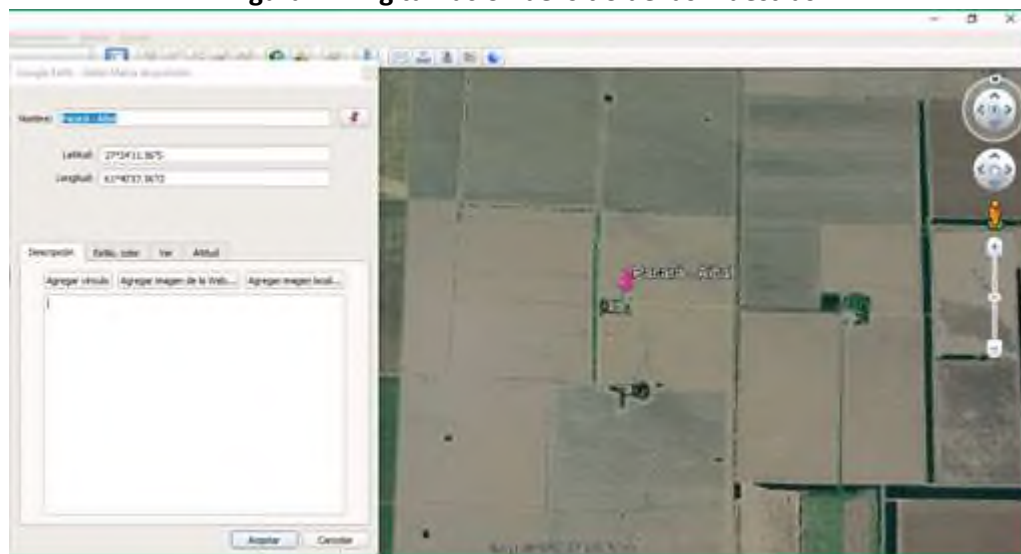


i. Localización de las muestras.

En cada sitio se extrajo la muestra en botellas de plástico limpias, identificadas y geo-referenciadas. Cada sitio fue documentado digitalmente. La figura 4 (sitio “Aibal”) ejemplifica la digitalización realizada en el lugar donde se tomó la muestra para ser analizada.

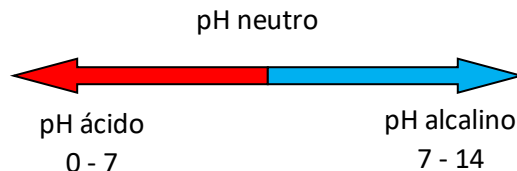
La fuente del agua analizada provino de perforaciones, pozos, represas, lagunas y tanques australianos. Los parámetros evaluados fueron la dureza y la acidez.

Figura 4 – Digitalización del sitio de las muestras



ii. pH del agua

El pH del agua indica el nivel de acidez o alcalinidad de la solución. Comprende una escala con valores de 0 a 14 y el valor 7 es la neutralidad, que se interpreta como la presencia en cantidades iguales de hidrógeno y oxhidrilo. La alcalinidad total del agua es la suma de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos.



Para medir la acidez se utilizó un peachimetro digital con sus puntos de calibración automática de fábrica a pH 4.01, 6.86 y 9.18. El rango de medición es de 0.00pH-14.0 pH; con una precisión: +/- 0,02 pH (Figura 5). Su uso es muy sencillo, se coloca el electrodo del instrumento dentro de la solución a medir, cuidando que el nivel no sobrepase la línea de inmersión. Se debe agitar suavemente la solución y esperar por los menos 30 segundos hasta que se establezca la lectura en el visor. Después de cada medición se lavó el electrodo con agua destilada y se secó con papel.

Para obtener una medición más exacta, se requirió recalibrar el aparato después de numerosas mediciones.

Es importante recordar que pequeños cambios en la escala de pH representan grandes cambios en la acidez de una solución. Por ejemplo, una solución con pH 5 es 10 veces más ácida (contiene 10 veces más iones de hidrógeno) que una solución con pH 6 y 100 veces más ácida que una solución con pH 7. La relación de "10 veces más" se da si el pH desciende o asciende en la escala. Por ejemplo, una solución con pH 9 es 100 veces más alcalina que una solución con pH 7 (Whitford, F., 2009).

Figura 5 - peachimetro



En la Tabla 2 se observan los resultados de pH obtenidos en la determinación.

Tabla 2 – Resultados de pH

N° de Orden	pH	N° de Orden	pH	N° de Orden	pH	N° de Orden	pH	N° de Orden	pH	N° de Orden	pH	N° de Orden	pH	N° de Orden	pH
1	7,3	11	8,1	21	8,2	31	8,0	41	7,7	51	8,34	61	7,1	71	8,5
2	7,6	12	8,3	22	8,2	32	7,1	42	7,4	52	7,2	62	7,4	72	7,4
3	8,2	13	8,1	23	7,0	33	6,8	43	7,6	53	7,6	63	7,0	73	7,2
4	8,1	14	8,4	24	7,5	34	7,8	44	8,1	54	7,3	64	6,8	74	7,8
5	8,3	15	7,7	25	8,0	35	8,2	45	8,0	55	7,2	65	6,9	75	8,3
6	7,8	16	7,9	26	7,1	36	7,8	46	7,5	56	7,6	66	7,7	76	8,4
7	7,2	17	7,8	27	7,8	37	7,72	47	8,1	57	7,8	67	8,2	77	7,2
8	8,1	18	8,1	28	8,4	38	7,06	48	7,8	58	6,8	68	8,5	78	7,1
9	8,5	19	8,3	29	7,1	39	7,4	49	7,6	59	7,2	69	8,5	79	8,3
10	8,0	20	8,2	30	10,8	40	9,0	50	8,6	60	6,8	70	8,9	80	8,3

iii. Dureza del agua

En conformidad con las prácticas corrientes, la dureza total del agua es definida como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambas expresadas como carbonato de calcio.

La dureza del agua fue determinada por colorimetría usando un agente quelante EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). Este método está basado en la cuantificación de los iones calcio y magnesio por titulación con el EDTA y su posterior conversión a dureza total expresada como CaCO_3 . Las constantes de formación de los complejos de Ca^{2+} y el Mg^{2+} están demasiado próximas entre sí para poder valorarlas independientemente por lo que la determinación de ambos fue realizada en forma conjunta (dureza total del agua).

En el laboratorio, para la determinación de la dureza se procedió de la siguiente manera (Figura 6a – 6f):

- La toma de la muestra de agua se realizó en una botella plástica de 500 ml, la cual fue enjuagada 3 veces con el agua a analizar para eliminar cualquier trazo de líquidos previamente contenidos y luego se procedió a cargarla con la muestra.
- Una vez en el laboratorio, con una jeringa se tomó 5 ml de agua de la botella y se colocó en un recipiente pequeño (Fig 6a).
- Se agregaron 2 gotas de la solución buffer o amortiguadora de pH 10. Para generar un medio básico, el pH del medio de reacción es un factor crítico para que la reacción entre el EDTA y el ión metálico sea completa (Fig 6b).
- Se agregaron 2 gotas de indicador negro de eriocromo T (NET) el cual posee un rango de viraje de color azul cuando se encuentra libre a rojo cuando forma el complejo metálico, (fig 7c). La muestra de agua se tiñe de color rosado (Fig 6d) .
- Luego se procedió a titular con una solución de 0,01 EDTA utilizando un gotero hasta que la solución cambia al color azul (Fig 6e) . Se mide la cantidad empleada de EDTA utilizada en el momento del viraje al color azul (Fig 6e).
- La solución cambió a un color azul (Fig 6f).
- Con el volumen de 0,01 EDTA utilizado podemos determinar la cantidad de Dureza Total expresada en mg/L de CO_3Ca .

Fig 6a	Fig 6b	Fig 6c
--------	--------	--------



Fig 6d



Fig 6e



Fig 6f



La fórmula para determinar la dureza del agua en el laboratorio fue la siguiente:

$$\text{Dureza total expresada en mg/L de CO}_3\text{Ca} = \left(\frac{V_{\text{EDTA}} \times M_{\text{EDTA}}}{V_{\text{MUESTRA}}} \right) \times 100091$$

Donde:

V_{EDTA} = Volumen de titulante (EDTA) utilizado para valorar dureza en mL, usando el indicador negro de eriocromo timol (NET)

M_{EDTA} = Concentración de EDTA, mol/L

V_{MUESTRA} = Alícuota de muestra titulada en mL

100091 = Peso atómico del carbonato de calcio (100,091 g/mol) x 1000 mg/g.

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La Tabla 3 muestra los resultados de las determinaciones.

Tabla 3 - Resultados de las determinaciones

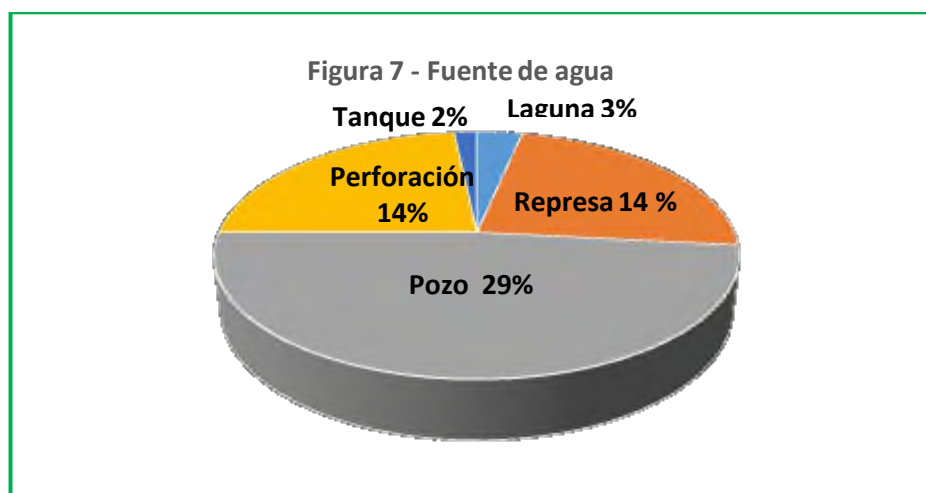
N° de Orden	Provincia	Departamento	Localidad	Lugar fuente de agua	pH	Dureza	Turbidez/materia orgánica	Origen
1	Chaco	12 de octubre	Gancedo	El Fortin	7,3	610	Sin turbidez	Pozo
2	Chaco	12 de octubre	Gancedo	La California pozo 1	7,6	620	Con MO	Pozo
3	Chaco	12 de octubre	Gancedo	La California pozo 2	8,2	260	Con MO	Pozo
4	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Pozo 1 (izquierda)	8,1	750	Con MO	Pozo
5	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Pozo 2 (derecha)	8,3	500	Con MO	Pozo
6	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Pacará	8,3	2700	Sin turbidez	Perforación
7	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Pacará	8,3	180	Sin turbidez	Pozo
8	Chaco	Alte. Brown	Concep. Del Berm.	Pozo Casa	7,8	480	Sin turbidez	Pozo
9	Chaco	Alte. Brown	Concep. Del Berm.	Casa Antigua	7,2	1950	Sin turbidez	Pozo
10	Chaco	Alte. Brown	Concep. Del Berm.	Alquiler	8,1	550	Sin turbidez	Pozo
11	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Parcela 148	8,5	50	Sin turbidez	Represa
12	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Santafecino	8,0	450	Sin turbidez	Perforación
13	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Barsal 1	8,1	150	Sin turbidez	Perforación
14	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Segundino	8,3	150	Sin turbidez/m.o.	Perforación
15	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Valmont	8,1	46	Sin turbidez	Pozo
16	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Parcela 501	8,4	150	Sin turbidez	Represa
17	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Argentino	7,7	150	Sin turbidez	Pozo
18	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Instante	7,9	250	Sin turbidez	Pozo
19	Chaco	Alte. Brown	Frentones	La Emilia	7,8	400	Sin turbidez	
20	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Barsal 2	8,1	125	Sin turbidez	Tanque
21	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Palo Blanco	8,3	70	Sin turbidez	Laguna
22	Chaco	Alte. Brown	Frentones	La Chicharra	8,2	150	Sin turbidez	Pozo
23	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Oriental 1	8,2	100	Sin turbidez	Pozo
24	Chaco	Alte. Brown	Frentones	El Oriental 2	8,2	300	Sin turbidez	Laguna
25	Chaco	Alte. Brown	P.del Infierno	Parcela 770	7,0	50	Sin turbidez	Represa
26	Chaco	Alte. Brown	P. del Infierno	El Tinglado	7,5	100	Con sedimentos	Represa
27	Chaco	Alte. Brown	P. del Infierno	Armando Lipps	8,0	450	Sin turbidez	Perforación
28	Chaco	Alte. Brown	P. del Infierno	Parcela 265	7,1	150	Sin turbidez	Represa
29	Chaco	Alte. Brown	P. del Infierno	Los Gurises	7,8	20	Con turbidez	Represa
30	Chaco	Alte. Brown	Rio Muerto	Micaela Guzowski	8,4	1820		Perforación
31	Chaco	Alte. Brown	Rio Muerto	Micaela Guzowski	7,1	7050		Perforación
32	Chaco	Alte. Brown	Rio Muerto	Micaela Guzowski	11	100	Verdin	Represa
33	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Laguna Campo Miguel	8,0	75		
34	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Lote Juan	7,1	1600	Sin turbidez	Pozo
35	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Pozo Casa	6,8	2250	Sin turbidez	Pozo
36	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Pozo del brete	7,8	1050	Sin turbidez	Pozo
37	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Pozo 1	8,2	400	Sin turbidez	Pozo
38	Chaco	Cte Fernandez	Bajo Hondo	Bajo Hondo	7,8	300	Sin turbidez	Represa
39	Chaco	Gral Belgrano	Corzuela	Puntagros	7,7	870		Pozo
40	Chaco	Gral Belgrano	Corzuela	Puntagros	7,1	220	Amarronada	Pozo
41	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	La Elena 1	7,4	400	Sin turbidez	Pozo
42	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	La Elena 2	9,0	300	Con turbidez	
43	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	Johavic	7,7	350		Pozo
44	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	La Euforia	7,4	700		Pozo
45	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	La Elena 1	7,6	550		Pozo
46	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	La Elena 2	8,1	250		Pozo
47	Chaco	Independencia	Avia Terai	La Aurora Lote 2	8,0	50	Con turbidez	Represa
48	Chaco	Independencia	Avia Terai	La Aurora Lote 1	7,5	250	Sin turbidez	Pozo
49	Chaco	independencia	Napenay	Domingo Ortiz	8,1	200		
50	Chaco	Maipú	Tres Isletas	Casa	7,8	250	Sin turbidez	Pozo
51	Chaco	Maipú	Tres Isletas	Casa	7,6	450	Sin turbidez	Pozo
52	Chaco	O'higgins	La Tigra		8,6	30	Algo de turbidez	Represa

53	Chaco	O'higgins	La Tigra	Pinczuk	8,3	620		Pozo
54	Chaco	O'higgins	La Tigra	Pinczuk	7,2	350		Pozo
55	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Bombeo Doña Marina	7,6	150	Sin turbidez	Perforación
56	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Playa Camioneros	7,3	450	Sin turbidez	Perforación
57	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Puesto López	7,2	600	Sin turbidez	Perforación
58	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Hangar Tazioli	7,6	350	Sin turbidez	Perforación
59	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Santa Isabel	7,8	200	Sin turbidez	Perforación
60	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Yacaré	6,8	50	Con turbidez	Represa
61	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Estancia Itá Caabó	7,2	50	Sin turbidez	Represa
62	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Cabaña	6,8	50	Con turbidez	Represa
63	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Hangar	7,1	300	Sin turbidez	Perforación
64	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Caneto	7,4	30	Sin turbidez	Represa
65	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Serrano	7,0	45	Sin turbidez	Represa
66	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Don Antonio	6,8	30	Con turbidez	Represa
67	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Canetito	6,9	50	Con sedimentos	Represa
68	Sgo del Est.	Alberdi	Sachayoj	La Adelaida	7,7	300	Sin turbidez	Pozo
69	Sgo del Est.	Belgrano	Bandera	Santa Lucía	8,2	130	Sin turbidez	Pozo
70	Sgo del Est.	Copo	P. de los Guan.	El Granero	8,5	2975	Sin turbidez	Pozo
71	Sgo del Est.	Copo	P. de los Guan.	El Granero	8,5	2555	Con MO	Pozo
72	Sgo del Est.	Gral Taboada	Los Juries	El Escondido 1	8,9	285	Sin turbidez	Perforación
73	Sgo del Est.	Gral Taboada	Los Juries	El Escondido 2	8,5	500	Sin turbidez	Perforación
74	Sgo del Est.	Moreno	Otumpa	La Celina	7,4	600	Sin turbidez	Pozo
75	Sgo del Est.	Moreno	Roversi	Ojo de Agua	7,2	1800	Sin turbidez	Perforación
76	Sgo del Est.	Moreno	Roversi	Taco Yuraj	7,8	250	Sin turbidez	Perforación
77	Sgo del Est.	Moreno	Roversi	Ojo de Agua	8,3	2300	Sin turbidez	Perforación
78	Sgo del Est.	Moreno	Roversi	El Estribo	8,4	80	Sin turbidez	Pozo
79	Sgo del Est.	Moreno	Roversi	Ojo de Agua	7,2	2000	Sin turbidez	Perforación
80	Sgo del Est.	Moreno	Roversi	Ojo de Agua	7,1	1850	Sin turbidez	Perforación

4.1 Origen de la fuente de agua

Tradicionalmente, en las tres provincias la principal fuente de aprovisionamiento de agua para consumo humano y productivo, es el agua subterránea de pozos.

La principal fuente de agua para uso agrícola, provino principalmente de pozos, (47%), seguido por perforaciones (26%) y represas (23%); y en menor medida de lagunas (3%) y tanque australiano (2%). (Fig. 7).



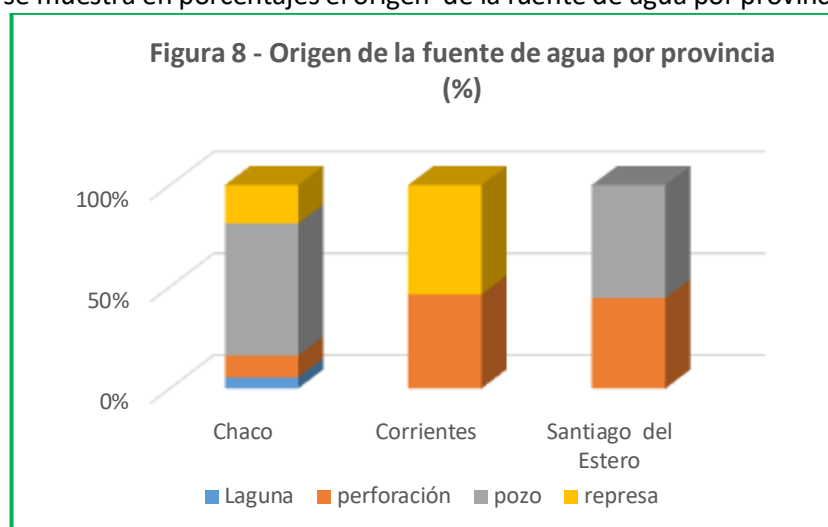
Los departamentos del Chaco y Santiago del Estero, localizados al oeste y al noreste centro, respectivamente de sendas provincias, presentan suelos de textura limosa, poco desarrollados y pobres en materia orgánica. A medida que se avanza hacia el oeste, las precipitaciones disminuyen y consecuentemente, disminuye el desarrollo del suelo y la materia orgánica y aumenta la presencia de sales y yeso. La zona no presenta cuerpos importantes naturales de agua superficial, por este motivo se recurre a pozos y perforaciones para el abastecimiento de agua. En esta zona, se utiliza principalmente el agua

proveniente de la capa freática (3-15 m de profundidad) que es generalmente de mala calidad debido a la presencia de altos niveles de sales disueltas y de arsénico. Este último es un contaminante natural que proviene de una capa de ceniza volcánica que contiene entre 6 y 10 mg/kg de As y que se encuentra entre 1 y 3 m de profundidad (Perez-Carrera *et al*, 2008) lo cual condiciona su uso humano o animal.

En contrapartida, los dos departamentos de la provincia de Corrientes se benefician de bañados, esteros y pantanos a los que concurren el terreno arcilloso y el perfil con escasa pendiente que retienen las aguas pluviales. En esta provincia, las fuentes de abastecimiento de agua para uso agrícola son casi exclusivamente superficiales y su origen puede ser:

- a) Represas
- b) Río
- c) Lagunas.

En la fig. 8 se muestra en porcentajes el origen de la fuente de agua por provincias.



4.2 pH del agua

Todas las muestras presentaron valores neutros o alcalinos, siendo el rango entre 6,8 y 8,6. Los valores mas bajos (entre 6,8 -7,0), fueron observados en agua proveniente de 5 represas localizadas en la provincia de Corrientes.

Los valores mas altos de pH se observaron en la provincia de Santiago del Estero y Chaco, siendo el máximo- ph 9,0 - en la localidad Loro Blanco, departamento Gral. Belgrano del Chaco.

Como regla general, herbicidas, insecticidas y fungicidas actúan mejor cuando el agua del caldo es levemente ácida, con pH entre 4.5 – 6.5. El pH levemente ácido favorece que no se degraden los ingredientes activos, e incluso mejora la manera de penetrar en la planta. Tanto pH altos o muy bajos pueden degradar el principio activo del producto por hidrólisis. El pH alto de la solución tiene efectos negativos sobre los herbicidas tanto en la estabilidad como en la penetración en la planta (Kahl *et al*. 2016). La estabilidad se refiere a la conservación en el tiempo de la molécula del principio activo en el tanque, y la penetración a la capacidad de atravesar la cutícula de las hojas. Algunas excepciones, como los herbicidas sulfonilurea actúan mejor con agua levemente alcalinas; por encima de pH 7, aumentan su estabilidad y su solubilidad permitiendo una mejor penetración (Whitford *et al.*, 2009).

El pH del caldo puede influenciar por cuanto tiempo una molécula de pesticida permanece intacta. Cuando el pH cae fuera de los límites superiores e inferiores deseados, el desempeño del pesticida puede verse comprometido. Cuando el pH del agua es alcalino (mas que pH 8) se puede generar una degradación o hidrolización anticipada del principio activo, resultando una aplicación no eficaz. Agregar una mayor dosis de producto en estos casos no solucionará el problema, y además generará importantes pérdidas económicas.

Algunos insecticidas y fungicidas rompen sus moléculas en agua alcalina, y el efecto del pH actúa más rápido cuando la temperatura del agua aumenta. El pH también cambia la carga química de la molécula del pesticida, limitando su habilidad para penetrar la cutícula foliar y llegar al sitio de actuación, reduciendo de esta manera su eficacia (Chahal, G. *et al.* 2012).

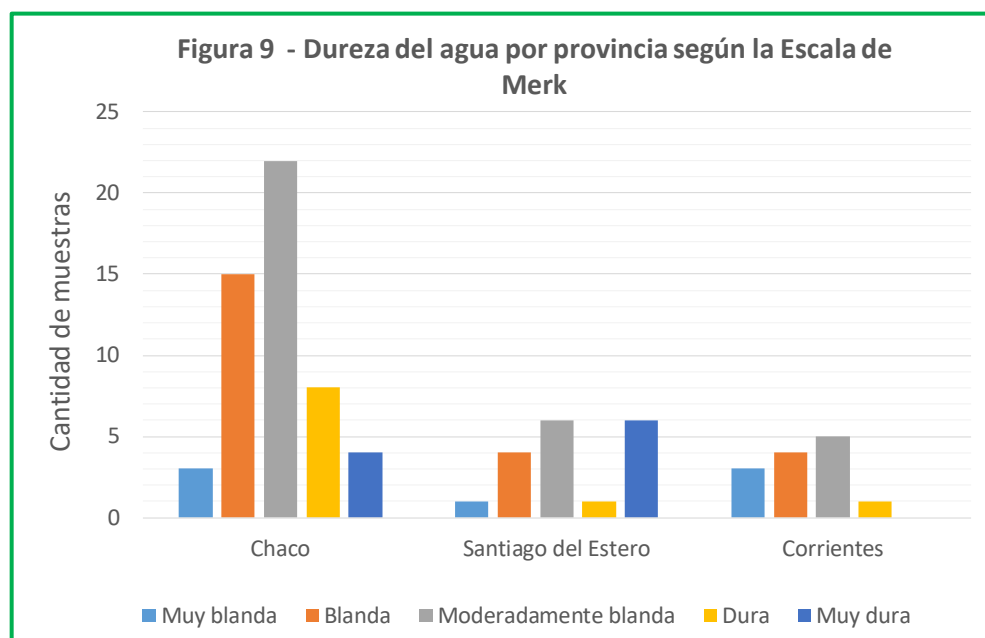
4.3 Dureza del agua

El grado de dureza es una medida de la concentración total, en peso, del contenido de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} , expresada como equivalente de carbonato de calcio y usualmente medida en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg L^{-1}). Existen diferentes criterios para las clasificaciones, una de las más utilizadas es la clasificación de Merk, que es la utilizada en este trabajo (Tabla 4).

Tabla 4 - Escala de Merk de la dureza del agua

Dureza del agua	ppm o $\text{ml L}^{-1} \text{CaCO}_3$
Muy blanda	0 - 79
Blanda	80 - 149
Moderadamente dura	150 - 329
Dura	330 - 549
Muy dura	≥ 550

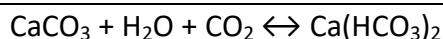
Aproximadamente el 25% de las muestras presentan aguas blandas y muy blandas, el 75% restante superan 150 ppm de CaCO_3 y se encuentran principalmente en la provincia de Santiago del



Estero y en menor medida en la del Chaco (Fig. 9).

La dureza del agua además de estar determinada por la presencia de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua, puede verse influenciada por otros cationes como el aluminio (Al^{3+}) y el hierro (Fe^{3+}) que contribuyen a la dureza, pero en menor grado ya que generalmente están contenidos en pequeñas cantidades (Odero, 2010).

La forma de dureza más problemática es la causada por el bicarbonato de calcio $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ que el agua la adquiere a su paso a través de las formaciones de roca calcárea que contienen los elementos que originan la sal. Cuando el agua de lluvia cae disuelve dióxido de carbono (CO_2) del aire y forma ácido carbónico (H_2CO_3), por lo que se acidifica ligeramente. En estas condiciones de pH bajo el agua ataca las rocas, particularmente a la calcita (CaCO_3), entrando los compuestos en solución (Leiva, P.D. *Boletín de divulgación*).



La dureza del agua afecta negativamente la eficacia de algunos pesticidas: moléculas negativas de los pesticidas se unen a moléculas positivas (cationes) de hierro, calcio y magnesio presentes en el agua. La formación de estas nuevas moléculas no puede penetrar en la plaga que se quiere combatir; o bien lo hacen muy lentamente o precipitan fuera de la solución. Las características químicas de los pesticidas cambian una vez que se recombinan con los iones positivos del Ca^{2+} y Mg^{2+} (Whitford, F. 2009).

4.4. Turbidez

Durante la realización del presente trabajo no se contaba con un nefelómetro o turbidímetro para medir la turbidez. Estos aparatos miden la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. Para los efectos de este trabajo se observó la muestra de agua al trasluz y se asignaron empíricamente dos valores posibles para esta variable: a) con turbidez y b) sin turbidez. Cuando la muestra presentaba trazas notorias de materia orgánica, se anotó la presencia de la misma.

El agua proveniente de represas presentó el mayor grado de turbidez, con preponderancia en represas de la provincia de Corrientes. La fuente de agua para uso agrícola en esta provincia es de origen pluvial captada en represas, que debido al desarrollo de suelos orgánicos (histosoles) y sedimentos fluvial-lacustres presentan mayor proporción de materia orgánica en comparación con otras fuentes.

La presencia de partículas de arcilla, limo y materia orgánica suspendidas en el agua reducen la actividad en forma drástica de algunos herbicidas. Un efecto similar tiene la presencia de partículas, que forman una película sobre la superficie foliar. El efecto de inactivación producido por las partículas en suspensión, no puede ser superado por el agregado de aditivos por lo que es importante seleccionar una fuente de agua que no presente problemas de esta índole.

5. CONCLUSIÓN

El cumplimiento de las diferentes actividades durante la realización de este trabajo me permitieron cumplir con el objetivo general de la pasantía que era adquirir adiestramiento en prácticas a campo para relevar información sobre indicadores de calidad del agua. Aplicar prácticamente los conceptos teóricos adquiridos de las diferentes disciplinas, me permitió aprender a desenvolver una metodología de trabajo y de organización en los diferentes pasos a seguir durante una investigación.

Como primera experiencia profesional me permitió relacionar los resultados con los orígenes del agua y las características de la región y del suelo, además pude explorar alternativas y soluciones para estabilizar las condiciones del agua y lograr mayor calidad y eficiencia de aplicación.

En lo que se refiere a la evaluación y caracterización de la calidad fisicoquímica de las aguas analizadas se puede decir que el agua utilizada como vehículo de aplicaciones de protección de cultivos necesita un acondicionador de pH ya que el mismo, en la mayoría de los casos, se encontró por encima de la neutralidad.

Además, observando la dureza de los casos analizados, el 63% de las muestras presentan valores superiores al umbral de 150ppm de CaCO_3 , por lo tanto, por encima de estos valores es necesaria la utilización de un corrector de dureza o secuestrante de cationes.

Anexo 1 – Resultado

N° de Orden	Provincia	Departamento	Localidad	Empresa	Lugar fuente de agua	pH	Dureza	Turbidez/materia orgánica	Origen	Latitud	Longitud
1	Chaco	12 de octubre	Gancedo	El Aguará	El Fortin	7,3	610	Sin turbidez	Pozo	27° 30' 00" S	61° 42' 00" O
2	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Martin R. Raimundo	La California pozo 1	7,6	620	Con MO	Pozo	27° 36' 35"S	61° 33' 39" O
3	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Martin R. Raimundo	La California pozo 2	8,2	260	Con MO	Pozo	27° 36' 35"S	61° 33' 39" O
4	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Martin R. Raimundo	Pozo 1 (izquierda)	8,1	750	Con MO	Pozo	27° 36' 35"S	61° 33' 39" O
5	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Martin R. Raimundo	Pozo 2 (derecha)	8,3	500	Con MO	Pozo	27° 36' 35"S	61° 33' 39" O
6	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Aibal	Pacará	8,3	2700	Sin turbidez	Perforación	61°40'57.56"O	27°24'11.56"S
7	Chaco	12 de octubre	Gancedo	Aibal	Pacará	8,3	180	Sin turbidez	Pozo	61°40'57.56"O	27°24'11.56"S
8	Chaco	Alte. Brown	Concepción del Bermejo	Carlos Wakulicz	Pozo Casa	7,8	480	Sin turbidez	Pozo	26° 36' 00"S	60° 57' 00" O
9	Chaco	Alte. Brown	Concepción del Bermejo	Carlos Wakulicz	Casa Antigua	7,2	1950	Sin turbidez	Pozo	26° 37' 59"S	60° 58' 08" O
10	Chaco	Alte. Brown	Concepción del Bermejo	Carlos Wakulicz	Alquiler	8,1	550	Sin turbidez	Pozo	26° 37' 59"S	60° 58' 08"O
11	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Duhau	Parcela 148	8,5	50	Sin turbidez	Represa	26° 25' 00" S	61° 25' 00" O
12	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Aníbal Vicentin	El Santafecino	8,0	450	Sin turbidez	Perforación	26° 29' 01" S	61° 41' 25"O
13	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Lipsa	El Barsal 1	8,1	150	Sin turbidez	Perforación	26° 30' 08" S	61° 32' 10" O
14	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Agroganadera Vicentin	Segundino	8,3	150	Sin turbidez/m.o.	Perforación	26° 31' 54" S	61° 40' 45"O
15	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Lipsa	El Valmont	8,1	46	Sin turbidez	Pozo	26° 39' 07" S	61° 33' 24" O
16	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Duhau	Parcela 501	8,4	150	Sin turbidez	Represa	26° 25' 00" S	61° 25' 00" O
17	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Duhau	El Argentino	7,7	150	Sin turbidez	Pozo	26° 25' 00" S	61° 25' 00" O
18	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Duhau	El Instante	7,9	250	Sin turbidez	Pozo	26° 25' 00" S	61° 25' 00" O
19	Chaco	Alte. Brown	Frentones	HyH	La Emilia	7,8	400	Sin turbidez		26° 25' 00" S	61° 25' 00" O
20	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Lipsa	El Barsal 2	8,1	125	Sin turbidez	Tanque	26° 30' 08" S	61° 32' 10" O
21	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Lipsa	Palo Blanco	8,3	70	Sin turbidez	Laguna	26° 30' 08" S	61° 32' 10" O
22	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Lipsa	La Chicharra	8,2	150	Sin turbidez	Pozo	26° 30' 08" S	61° 32' 10" O
23	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Lipsa	El Oriental 1	8,2	100	Sin turbidez	Pozo	26° 30' 08" S	61° 32' 10" O
24	Chaco	Alte. Brown	Frentones	Lipsa	El Oriental 2	8,2	300	Sin turbidez	Laguna	26° 30' 08" S	61° 32' 10" O
25	Chaco	Alte. Brown	Pampa del Infierno	Duhau	Parcela 770	7,0	50	Sin turbidez	Represa	26° 31' 00"S	61° 10' 00" O
26	Chaco	Alte. Brown	Pampa del Infierno	Pampa Semillas	El Tinglado	7,5	100	Con sedimentos	Represa	26° 33' 28" S	61° 08' 49' O
27	Chaco	Alte. Brown	Pampa del Infierno	Armando Lipps	Armando Lipps	8,0	450	Sin turbidez	Perforación	26° 39' 42" S	61° 23' 21" O
28	Chaco	Alte. Brown	Pampa del Infierno	Duhau	Parcela 265	7,1	150	Sin turbidez	Represa	26° 31' 00"S	61° 10' 00"O
29	Chaco	Alte. Brown	Pampa del Infierno	Pampa Semillas	Los Gurises	7,8	20	Con turbidez amarillada y materia orgánica	Represa	26° 33' 28" S	61° 08' 49' O
30	Chaco	Alte. Brown	Rio Muerto	El antonio	Micaela Guzowski	8,4	1820		Perforación	25° 59' 32" S	61° 59' 32" O
31	Chaco	Alte. Brown	Rio Muerto	El antonio	Micaela Guzowski	7,1	7050		Perforación	25° 59' 32" S	61° 59' 32" O
32	Chaco	Alte. Brown	Rio Muerto	El antonio	Micaela	11	100	Verdin	Represa	25° 59' 32" S	61° 59' 32" O

					Guzowski						
33	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Ariel Indurain	Laguna Campo Miguel	8,0	75			26° 47' 00"S	60° 27' 00"O
34	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Daniel Szcarlatiuk	Lote Juan	7,1	1600	Sin turbidez	Pozo	26° 00'S 06'	61° 15' 34"O
35	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Miguel Chamiczok	Pozo Casa	6,8	2250	Sin turbidez	Pozo	26° 47' 48"S	60° 26' 06"O
36	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Miguel Chamiczok	Pozo del brete	7,8	1050	Sin turbidez	Pozo	26° 47' 48"S	60° 26' 06"O
37	Chaco	Cte Fernandez	Saenz Peña	Walter Koncimal	Pozo 1	8,2	400	Sin turbidez	Pozo	26° 47' 48"S	60° 26' 06"O
38	Chaco	Cte Fernandez	Bajo Hondo	Daniel Szcarlatiuk	Bajo Hondo	7,8	300	Sin turbidez	Represa	26° 00'S 06'	61° 15' 34"O
39	Chaco	Gral Belgrano	Corzuela		Puntagros	7,7	870		Pozo	26° 57' 12"S	60° 58' 05"O
40	Chaco	Gral Belgrano	Corzuela		Puntagros	7,1	220	Amarronada	Pozo	26° 57' 12"S	60° 58' 05"O
41	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	Duhau	La Elena 1	7,4	400	Sin turbidez	Pozo	26°78' 33 "S	61° 16' 67" O
42	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	Duhau	La Elena 2	9,0	300	Con turbidez amarronada y materia orgánica		26°78' 33 "S	61° 16' 67" O
43	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	Duhau	Johavic	7,7	350		Pozo	26°78' 33 "S	61° 16' 67" O
44	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	Duhau	La Euforia	7,4	700		Pozo	26°78' 33 "S	61° 16' 67" O
45	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	Duhau	La Elena 1	7,6	550		Pozo	26°78' 33 "S	61° 16' 67" O
46	Chaco	Gral Belgrano	Loro Blanco	Duhau	La Elena 2	8,1	250		Pozo	26°78' 33 "S	61° 16' 67" O
47	Chaco	Independencia	Avia Terai	Pampa Semillas	La Aurora Lote 2	8,0	50	Con turbidez y materia orgánica	Represa	26° 42' 00" S	60° 44' 00" O
48	Chaco	Independencia	Avia Terai	Pampa Semillas	La Aurora Lote 1	7,5	250	Sin turbidez	Pozo	26° 42' 00" S	60° 44' 00" O
49	Chaco	independencia	Napenay	Domingo Ortiz	Domingo Ortiz	8,1	200			26° 44' 00" S	60° 37' 00" O
50	Chaco	Maipú	Tres Isletas	Pedro Talalay	Casa	7,8	250	Sin turbidez	Pozo	26° 21' 00" S	60°25' 00" O
51	Chaco	Maipú	Tres Isletas	Pedro Talalay	Casa	7,6	450	Sin turbidez	Pozo	26° 21' 00" S	60°25' 00" O
52	Chaco	O'higgins	La Tigra	Miguel Angel Krutin		8,6	30	Algo de turbidez	Represa	27° 06' 36" S	60° 35 ' 14" O
53	Chaco	O'higgins	La Tigra		Pinczuk	8,3	620		Pozo	27° 06' 36" S	60° 35 ' 14" O
54	Chaco	O'higgins	La Tigra		Pinczuk	7,2	350		Pozo	27° 06' 36" S	60° 35 ' 14" O
55	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Adecoagro	Bombeo Doña Marina	7,6	150	Sin turbidez	Perforación	27° 23' 02" S	57° 38' 25" O
56	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Adecoagro	Playa Camioneros	7,3	450	Sin turbidez	Perforación	27° 23' 02" S	57° 38' 25" O
57	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Adecoagro	Puesto López	7,2	600	Sin turbidez	Perforación	27° 23' 02" S	57° 38' 25" O
58	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Adecoagro	Hangar Tazioli	7,6	350	Sin turbidez	Perforación	27° 23' 02" S	57° 38' 25" O
59	Corrientes	Gral Paz	Itá Ibaté	Adecoagro	Santa Isabel	7,8	200	Sin turbidez	Perforación	27° 23' 02" S	57° 38' 25" O
60	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Yacaré	6,8	50	Con turbidez marrón	Represa	28° 16' 57" S	57° 43' 46" O

61	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Est. Itá Caabó	7,2	50	Sin turbidez	Represa	29° 12' 14" S	57° 38' 54" O
62	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Cabaña	6,8	50	Con turbidez verdosa	Represa	29° 12' 14" S	57° 38' 54" O
63	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Hangar	7,1	300	Sin turbidez	Perforación	29° 12' 14" S	57° 38' 54" O
64	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Caneto	7,4	30	Sin turbidez	Represa	29° 12' 14" S	57° 38' 54" O
65	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Serrano	7,0	45	Sin turbidez	Represa	29° 12' 14" S	57° 38' 54" O
66	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Don Antonio	6,8	30	Con turbidez marrón	Represa	29° 12' 14" S	57° 38' 54" O
67	Corrientes	Mercedes	Itá Caabó	Adecoagro	Canetito	6,9	50	Con sedimentos	Represa	29° 12' 14" S	57° 38' 54" O
68	Sgo del Estero	Alberdi	Sachayoj	Inmagar	La Adelaida	7,7	300	Sin turbidez	Pozo	26° 38' 58" S	61° 46' 58" O
69	Sgo del Estero	Belgrano	Bandera	Adecoagro	Santa Lucía	8,2	130	Sin turbidez	Pozo	28° 54' 10" S	62° 16' 00" O
70	Sgo del Estero	Copo	Pampa de los Guanacos	Pampa Semillas	El Granero	8,5	2975	Sin turbidez	Pozo	26° 00' 02" S	61° 47' 9" O
71	Sgo del Estero	Copo	Pampa de los Guanacos	Pampa Semillas	El Granero	8,5	2555	Con MO	Pozo	26° 14' 00" S	61° 51' 00" O
72	Sgo del Estero	Gral Taboada	Los Juries	Adecoagro	El Escondido 1	8,9	285	Sin turbidez	Perforación	28° 28' 00" S	62° 06' 00" O
73	Sgo del Estero	Gral Taboada	Los Juries	Adecoagro	El Escondido 2	8,5	500	Sin turbidez	Perforación	28° 28' 00" S	62° 06' 00" O
74	Sgo del Estero	Moreno	Otumpa	Inmagar	La Celina	7,4	600	Sin turbidez	Pozo	27° 19' 37" S	62° 13' 29" O
75	Sgo del Estero	Moreno	Roversi	Lipsa	Ojo de Agua	7,2	1800	Sin turbidez	Perforación	27° 43' 53" S	61° 59' 58" S
76	Sgo del Estero	Moreno	Roversi	Harriet y Donnelly	Taco Yuraj	7,8	250	Sin turbidez	Perforación	27° 39' 10" S	61° 50' 02" O
77	Sgo del Estero	Moreno	Roversi	Lipsa	Ojo de Agua	8,3	2300	Sin turbidez	Perforación	27° 41' 53" S	61° 58' 11" O
78	Sgo del Estero	Moreno	Roversi	RyK	El Estribo	8,4	80	Sin turbidez	Pozo	27° 47' 14" S	62° 02' 26" O
79	Sgo del Estero	Moreno	Roversi	Lipsa	Ojo de Agua	7,2	2000	Sin turbidez	Perforación	27° 41' 53" S	61° 58' 11" O
80	Sgo del Estero	Moreno	Roversi	Lipsa	Ojo de Agua	7,1	1850	Sin turbidez	Perforación	27° 41' 53" S	61° 58' 11" O

5. BIBLIOGRAFÍA

- Ayers, R.S., and D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture, FAO Irrigation and Drainage paper 29, FAO, Roma.
- Carrasco-Letelier, L.; Beretta-Blanco, A.; Bassahún, D.; García, L., Musselli, R.; Oten, R.; Torres, D.; Torres, O. y Tellechea, G. 2015. Aptitud de la calidad del agua para uso agropecuario: riego y preparación de pesticidas. Revista Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay (INIA) N° 41:45-48.
- Carte, D.L. (1975). Problems of Salinity in Agriculture. Plants in Saline Environments. Cap II, pag. 25 – 35. Editors: Poljakoff-Mayber, A., Gale, J. (Eds.).
- Castellón Gómez, Juan José; Bernal Muñoz, Roberto; Hernández Rodríguez, María de Lourdes. 2015. Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. Revista Académica. 2015;19(1):39-50. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Chahal, G.; Roskamp, J.; Legleiter, T & Johnson, B. (2012). The Influence of Spray Water Quality on Herbicide Efficacy. Pardue Weed Science. Pardue University.
- Doğan, M. N.; Oğut, D.; Mulleder, N.; Boz, O.; Brants, I. & Voegler, W. (2012). Effect of water volume and water quality on the efficacy of glyphosate on some important weed species in Turkey. 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, March 13-15, 2012, Braunschweig, Germany.
- Hazem-Kalaji, M. y Pietkiewicz, S. (1993). Salinity effects on plant growth and other physiological processes. Physiol. Plant., vol. 15, p. 89-124.
- Hernan Rodriguez, C. H. (2007). Dureza Total en Agua con EDTA por Volumetría. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia
- INTA. 2012. Mapas de suelo de la Provincia del Chaco.
- Kahl M., Puricelli E., Niccia E., San Román L., Alanis J. y Hass W. (2016) Relevamiento de la calidad de agua para uso en las aplicaciones agrícolas en la región centro-oeste de Entre Ríos . INTA EEA Paraná.
- Leiva, Pedro Daniel. Calidad del agua para pulverización agrícola. INTA Pergamino. (*Boletín de divulgación*).
- Mbakwe, Ikenna (2019). How water quality affects herbicide efficiency. SynergyAG
- Odero, Calvin (2007). Impact of water quality on herbicide efficacy. Everglades REC SPRAY SMART.
- Pérez-Carrera A, Moscuzza CH & Fernández-Cirelli A. 2008. Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina. *Ecosistemas* 17 (1): 5-15
- Sosa, Olga M.; Currie, Héctor M.; Bartra Vásquez, Lady; Caseres, Silvia L. 2009. Diagnóstico físico químico de la calidad del agua de riego en el Chaco húmedo. *AGROTECNIA* 19 (2009)
- Vengosh, A. (2003). Salinization and Saline Environments. Treatise on Geochemistry. Volume 9, Pag. 1-35.
- Vivot, E. P.; Rugna, C. M.; Gieco, A. M.; Sánchez, A.M.; Sánchez, C.I.; Ormaechea, M.V. y Seguin C. J. (2010). Calidad del agua subterránea para usos agropecuarios en el departamento Villaguay, Entre Ríos. AUGMDOMUS · December 2010.
- Whitford, F. (2009). The Impact of Water Quality on Pesticide Performance. The Little Factor that Makes a Big Difference. PPP 86. Pardue Extension. Pardue University.