



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN -MODALIDAD PASANTÍA-

**“Práctica Profesional en el Cultivo de Maíz (Zea mays) en
el oeste de la Provincia del Chaco”.**

Alumna: Vicentin Bosch, Yamila Evelin

Asesor: Ing. Agr. (Mgter) Balbi, Celsa Noemí

Año 2017

ÍNDICE

Presentación	1
Introducción	3
Objetivos.....	6
Desarrollo	7
Lugar de Realización	7
Caracterización del clima	8
Caracterización del suelo... ..	10
Tareas a desarrollar... ..	13
Muestreo de suelo	13
Análisis de Suelo... ..	14
Parámetros Físicos... ..	14
Parámetros Químicos	19
Parámetros Biológicos	22
Seguimiento del cultivo.....	27
Historial del Lote.....	27
Material Bibliográfico sembrado.....	28
Determinación de Biomasa.....	30
Determinación de la Radiación Incidente.....	33
Determinación de Rendimiento en grano	35
Adversidades bióticas	37
Conclusión.....	41
Opinión del Asesor... ..	42
Bibliografía.....	43

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L. *ssp mays*) es el primer cereal en importancia en producción en el mundo debido a su uso para alimentación humana, animal y para la producción de etanol, con más de 800 millones de toneladas (USDA, 2010). En el 2007 se sembraron unas 158 millones de hectáreas de maíz con una producción de 792 millones de toneladas (FAO 2009). La superficie global del maíz siguió creciendo y para el 2011 la producción alcanzó unos 836 millones de toneladas (USDA, 2010). La Argentina es un importante productor de maíz, luego de Estados Unidos, China, Brasil y México. En la campaña 2006/07, la producción argentina fue de 21,8 millones de toneladas, de las cuales la contribución del Noreste Argentino (NEA) fue de aproximadamente 600 mil toneladas con participación de las provincias de Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones de 83, 10, 4 y 3%, respectivamente (MAGPyA, 2009). En la campaña 15/16 la producción nacional alcanzó 23.8 millones de toneladas, con una superficie de 4 millones de hectáreas y un promedio de 73 qq/ha, superando el promedio de 68 qq/ha de las últimas cinco campañas, de ésta superficie el 90% correspondieron a las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa y Entre Ríos (MAGPyA, 2010). Si bien las provincias del NEA, son consideradas zona marginales para el cultivo, los futuros escenarios de producción de cereales predicen cultivos creciendo en nuevos ambientes productivos y en situaciones de estrés bióticos y abióticos (Lafitte, 1994). El mejoramiento genético ha sido señalado como el camino más rápido para continuar la expansión de los cultivos y mantener el rendimiento; en la Argentina esta expansión se está dando hacia el norte argentino.

La región NEA se caracteriza por su clima subtropical con estación seca, con altas temperaturas en los meses de verano y moderados niveles de radiación solar (Bruniard, 2000). El régimen pluviométrico posee una distribución monzónica, concentrando las precipitaciones en los meses estivales, debido a esto los cultivos son sembrados preferentemente en fechas tardías, donde existe suficiente agua en el perfil, normalmente a partir de diciembre.

Una de las prácticas más recomendadas para mantener la calidad de suelo, es la incorporación de gramíneas o poaceas en la rotación de cultivos en el agroecosistema (Vanhie *et al.*, 2015). El maíz es el más utilizado en esta incorporación.

Para poder evaluar en forma eficiente esa rotación se debería tomar en cuenta parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo y del cultivo. En maíz, la disminución en la producción de biomasa en áreas marginales o sea cultivos sometidos a estreses puede deberse a i) una reducción en la intercepción de la radiación y/o ii) una disminución en la eficiencia de radiación interceptada en biomasa (Andrade y Sadras, 2002).

Por otro lado, no todas las etapas del cultivo son de igual importancia en la definición del rendimiento. El crecimiento vegetativo tiene su importancia en el establecimiento del cultivo y en la instalación del sistema foliar, para lo cual se deben optimizar prácticas como la densidad de plantas, el espaciamiento, la fertilización y la disponibilidad hídrica inicial que junto con factores genéticos como, tamaño inicial de la planta, tasa de aparición de hojas y partición al tejido foliar, nos permitirá llegar a la máxima intercepción de radiación en el menor tiempo posible, de manera de lograr un rápido crecimiento del Índice de Área Foliar (IAF) que junto con la temperatura, la disponibilidad hídrica, la fertilidad y la radiación determinarán la eficiencia de la fotosíntesis. La partición se define como la fracción de producción diaria de materia seca que tiene como destino el grano, la máxima intensidad de esta partición se alcanza en el momento de comienzo del llenado efectivo del grano, que para el caso de maíz ocurre entre 10 a 15 días después de floración femenina, de la intensidad y la duración de esa partición resultará el Índice de Cosecha (IC), (Guevara, 2008). La tasa de crecimiento de las plantas de maíz durante los 30-40 días próximos a R1 (emergencia de estigmas) influye significativamente en el número final de plantas fértiles (Andrade y Sadras, 2000).

La ocurrencia de un estrés en maíz alrededor de floración provoca caídas del rendimiento en grano, mediadas principalmente por el número de granos que alcanza a la madurez fisiológica (Bolaños *et al.*, 1993). En consecuencia, la presencia de deficiencias durante este "periodo crítico" puede afectar más el rendimiento y limitar de manera más determinante la producción final que si ocurriese en otra fase del cultivo (de Souza, 2007).

El maíz posee un elevado potencial de rendimiento muy sensible al estrés, característica que determina su marcada respuesta al correcto ajuste en el manejo

agronómico (Cirilo, 2004). Dentro de este manejo, se encuentran prácticas como ser la elección de la densidad y fecha de siembra, la fertilización, el control de adversidades bióticas, la elección del material a sembrar, entre otras.

La densidad de plantas es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de luz. La cantidad de plantas necesarias para lograr plena cobertura es función del área foliar de cada una y de la disposición de sus hojas (Cirilo, 2004).

Respecto a las adversidades bióticas, la protección contra el ataque de insectos y patógenos y la disminución o eliminación de la competencia por malezas constituye un aspecto relevante para la obtención de altos rendimientos en maíz.

Por todo lo expuesto, el seguimiento a campo del cultivo aseveraría los conceptos teóricos y prácticos adquiridos durante la carrera de grado, permitiendo interiorizarse aún más en el manejo del cultivo de maíz.

OBJETIVOS:

- Aprender las labores necesarias para la producción de Maíz en la provincia del Chaco.
- Caracterizar el clima y los factores meteorológicos de la zona productiva.
- Realizar el seguimiento del cultivo y observar las distintas fases fenológicas.
- Evaluar agua presente en el perfil de suelo en situación inicial y final del ciclo del cultivo.
- Analizar las variables químicas, físicas y biológicas de los suelos.
- Cuantificar los componentes numéricos rendimiento final del cultivo.
- Llevar a cabo el monitoreo de plagas, enfermedades, malezas y determinar el momento para su control.

DESARROLLO

Lugar de Realización

El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo por un lado en laboratorio y por otro a campo. Las prácticas realizadas en laboratorio se dieron en el “Instituto Agrotécnico Pedro Fuentes Godo” ubicado en Av. Las Heras 727 Resistencia, Chaco; y a campo se llevó en el Establecimiento Agropecuario “La Pradera”, el mismo pertenece a la empresa “Agropecuaria del Norte S.R.L.”, se encuentra situado a 8 km de “Rio Muerto” y 18 km de “Los Frentones”, exactamente en el km 305 de la ruta N° 16, departamento Almirante Brown, Provincia de Chaco. (Figura 1)

La práctica profesional se realizó en dos lotes (Lote 5 y 6) del establecimiento, cada uno con una superficie de 200 hectáreas. (Figura 2).



Figura 1: Ubicación del Establecimiento “La Pradera”



Figura 2: Lotes 5 y 6 donde se llevo a cabo la pasantía

Caracterización del clima y de factores meteorológicos de la campaña 2016/2017

Para caracterizar el clima de la zona se utilizaron los datos de precipitaciones registradas en el establecimiento desde el año 2007, los de temperatura y vientos se obtuvieron de la EEA de Presidencia Roque Sáenz Peña debido a que es la más cercana al lugar de la pasantía, la misma está ubicada en Los Frentones a 18 km del establecimiento.

El tipo de clima en el sudoeste chaqueño está clasificado como semitropical continental con estación invernal seca.

Las precipitaciones se concentran en los meses estivales, donde las lluvias de mayor cuantía se registran entre los meses de octubre hasta abril y el invierno se presenta con estación seca. Las máximas precipitaciones ocurrieron en el año 2014 con 1107 mm y las mínimas en el 2012 con 670 mm, el promedio anual histórico del establecimiento es de 866.8 mm, (Tabla 1). En el año 2016, el total registrado de precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron 514 mm, registradas desde enero hasta julio que se realizó la cosecha (Figura 4).

El registro de temperaturas de la estación meteorológica se toma a 1.5 m de altura, donde las temperaturas máximas promedian los 28,1 °C anuales y las mínimas unos 14,5 °C, dando una temperatura media anual de 21,1 °C. En verano las temperaturas son muy elevadas, llegando la máxima absoluta a 40,6 °C, el 24 de enero de 2016 y en invierno son muy bajas, con una mínima absoluta de -4,9 °C registrado el 22 de junio de 2016. Durante el año en cuestión se registraron 13 días con temperaturas bajo cero

entre los meses de junio y julio, con un período libre de heladas agrometeorológicas de 10 meses (Figura 5).

Los vientos prevalecen del sector NE, S y E con velocidades promedios de 3.30 km/h, con intensidades mayores en los meses de primavera de 5.6 km/h y menores en los de otoño de 1.5 km/h. En el 2016 las velocidades medias mensuales de viento fueron bajas, pero con ráfagas de primavera mayores a 40 km/h, siendo la máxima registrada de 56.3 km/h en el mes de septiembre.

Tabla 1: Registro de precipitaciones desde 2007 al 2016.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2007	120	129	142	54	0	0	0	0	5	137	23	225	835
2008	119	117	131	61	0	0	0	0	10	164	57	53	712
2009	222	121	80	0	0	0	0	18	20	20	246	256	983
2010	98	124	134	182	76	0	0	0	124	24	45	44	851
2011	174	211	92	96	10	0	0	0	25	56	247	65	976
2012	140	39	49	133	43	15	0	89	0	63	61	38	670
2013	74	41	60	26	18	85	0	0	0	64	219	127	714
2014	198	214	208	130	41	12	0	0	25	48	181	50	1107
2015	140	85	120	15	27	10	0	70	0	21	134	100	722
2016	90	124	130	100	35	35	2	16	0	190	188	188	1098
PROM	137,5	120,5	114,6	79,7	25	15,7	0,2	19,3	20,9	78,7	140,1	114,6	866,8
MAX	222	214	208	182	76	85	2	89	124	190	247	256	1107
MIN	74	39	49	0	0	0	0	0	0	20	23	38	670

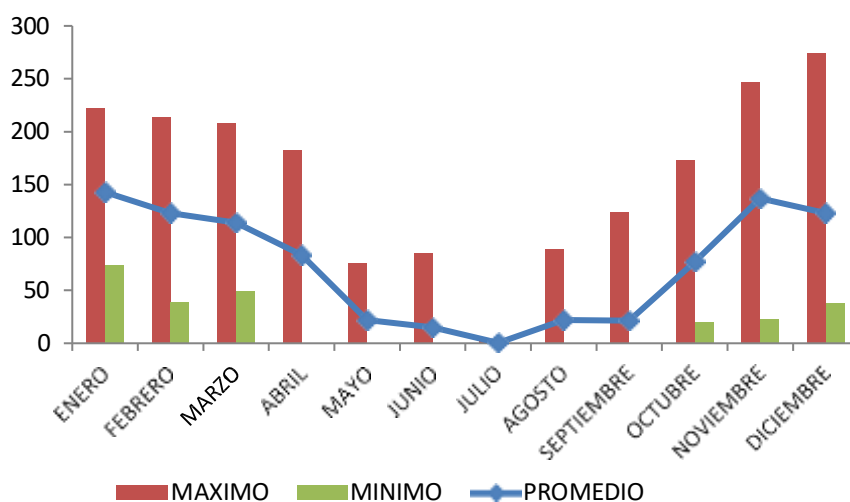


Figura 3: Precipitaciones Máximas, Mínimas y Promedio desde 2007.

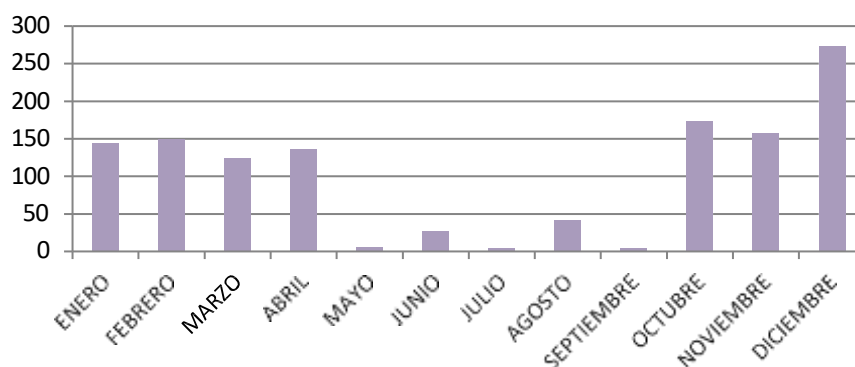


Figura 4: Precipitaciones de la campaña 2015/16

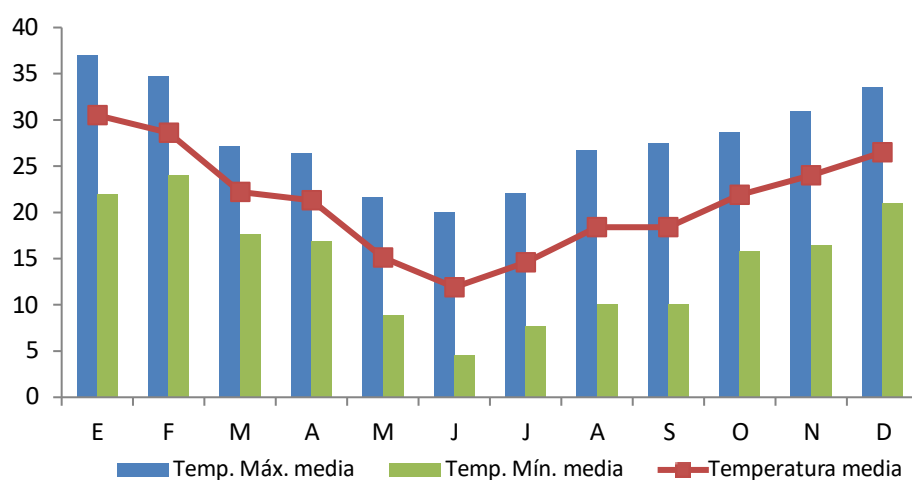


Figura 5: Registro de temperaturas del 2016.

Caracterización del Suelo

El establecimiento proporcionó un análisis de suelo de todo el campo realizado en el año 2006. Las series correspondientes a los Lotes donde se realizaron la pasantía de acuerdo a la Carta de Suelo abarca parte de las siguientes Series Limite, Luz, Toloza y Pampa (Figura 6). A continuación se detalla a descripción de la Serie Luz que es la que mayor superficie abarca en los lotes (Tabla 2).



Figura 6: Escala del mapa superpuesto con la Imagen satelital de Google Earth 1:50000

Serie Luz: (Lj)

Es un Haplustol Óxico que se encuentra en lomas medias tendidas de relieve normal. Tiene un horizonte superficial color pardo grisáceo; un subsuelo poco desarrollado, pardo claro, que descansa sobre un material anaranjado, todo el perfil es de textura media. Medianamente provisto de materia orgánica, moderada capacidad de retención de agua hasta los 130 cm de profundidad estudiados; fuertemente ácido en superficie y neutro en profundidad, muy rico en calcio y potasio, rico en magnesio; moderadamente alta capacidad de intercambio de cationes, bajo porcentaje de saturación de bases. Suelo somero, con profundidad efectiva de penetración raíces hasta los 50 cm. Sus problemas principales son el riesgo moderado de erosión hídrica, contenido de materia orgánica; poca retención de humedad en el perfil.

Es un suelo forestal que en caso de ser habilitado para agricultura debería tratarse como a los suelos agrícolas Capacidad de Uso Clase IV. Su vegetación natural es de bosque maderable de dos estratos, fachinal y vegetación basal empobrecida y agrupamiento marcado.

- Árboles altos: quebracho colorado santiagueño.
- Árboles bajos: quebracho blanco, teatín, mistol, brea, patao, atamísqui, garabato
- Fachinal: sombra de toro, atamísqui, teatín, iscayote, pata, quimil.
- Vegetación basal tipo cardal: cardo gancho, aishpapela, mantillo, cactáceas.

- Forrajes: ramones, hojaracas, frutos, cactáceas.

Un perfil representativo de esta Serie tiene la siguiente descripción (A4).

A1 (0-7 cm): Pardo grisáceo (7.5 YR 5/2) en seco y negro pardusco (7.5 YR 3/2) en húmedo; textura franca; estructura es migajosa, fina, débil; consistencia suelta en seco, friable en húmedo, no plástica y no adhesiva en mojado; escasos moteados finos de hierro; raíces y raicillas comunes; límite claro y suave.

A2 (7-22 cm): Pardo claro (7.5 YR 5/4) en seco y pardo oscuro (7.5YR 3/4) en húmedo; textura franca, estructura semimigajosa, fina, débil; consistencia suelta en seco, friable en húmedo, no plástica y no adhesiva en mojado; escasos moteados finos de hierro; raíces y raicillas comunes; límite claro y suave.

Bw1 (22-50 cm): Pardo claro (7.5 YR 5/3) en seco y pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo; textura franca; estructura en bloques subangulares, finas, débiles; consistencia suelta en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; escasas concreciones, medias, de hierro; moteados comunes, medios de hierro; escasas raíces y raicillas; límite gradual y suave.

Bw2 (50-70 cm): Pardo claro (7.5 YR 5/4) en seco y pardo oscuro (7.5 YR 3/4) en húmedo; textura franca; estructura en bloques subangulares, finos débiles; consistencia suelta en seco, friable en seco, friable en húmedo, no adhesiva y no plástica en mojado; escasas concreciones finas, de hierro; moteados comunes finas, de hierro; raíces y raicillas escasas; límite claro y suave.

Ck1 (70-110 cm): Pardo claro (7,5 YR 6/3) en seco y pardo (7,5 YR 4/3) en húmedo; textura: franco; estructura masiva; consistencia: suelto en seco, friable en húmedo, no plástico y no adhesivo en mojado; carbonatos libres en masa, concreciones finas, de hierro; moteados comunes, finos de hierro; 15% de durinódulos de 2 a 3 mm de diámetro; escasas raíces y raicillas; límite claro y suave.

Ck2 (110-130 cm) Anaranjado opaco (7,5 YR 7/4) en seco y pardo claro (7,5 YR 5/4) en húmedo; textura franca; estructura masiva; consistencia suelto en seco y friable en húmedo; no adhesivo y no plástico en mojado; abundantes carbonatos libres en masa en forma pulverulenta; escasas concreciones finas, de hierro; escasos moteados, finos, de hierro; 30% de durinódulos de 2 a 3 mm de diámetro.

El horizonte A tiene un espesor que varía entre 18 a 26cm de textura media y el

horizonte Bw varía entre los 30 a 48 cm de textura media, El C se presenta a partir de los 76 cm con concentraciones de carbonatos a partir de los 95 cm.

Clasificación Taxonómica: Haplustol Óxico, familia franca gruesa mixta, hipertérmica.

En las unidades mapeadas en este Departamento, aparece como serie pura. Sección de control de familia de 25 a 100 cm de profundidad (75 cm de espesor). Horizonte diagnóstico: epipedón mólico y Ck.

Tabla 2: Datos de un perfil representativo de la Serie Luz.

Perfil Nº A 4		A 1 ₀₁	A 2	B 1	B 2	C k 1	C k 2
Nº Laboratorio		22133	22134	22135	22136	22137	22138
Profundidad (cm)		0 - 7	7 - 22	22 - 50	50 - 70	70-110	110-180
Factor de humedad		1.05	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Mat.	C (%)	2.69	1.62	0.74	0.60	0.37	0.20
	N (%)	0.255	0.157	0.090	0.068	0.090	-
Org.	C/N	10.5	10.3	8.02	8.8	4.1	-
T E X E T N U R %	Arcilla (<2 micrón)	18.5	16.2	18.0	18.7	13.7	12.5
	Lima (2-20 micrón)	21.8	16.2	16.7	20.7	22.6	24.2
	Lima (2-50 micrón)	37.0	35.6	35.3	36.8	37.9	41.5
	Arena m. Fina 1(50-74 micrón)	8.8	11.8	10.4	11.8	11.4	10.4
	Arena m. fina 2(74-100 micrón)	6.6	7.9	7.8	6.0	7.7	7.8
	Arena fina (100-250 micrón)	16.9	15.9	15.8	16.0	18.6	17.5
	Arena media (250-500 micrón)	9.1	11.4	10.8	9.5	7.7	6.8
	Arena gruesa (500-1000 micrón)	3.1	1.2	1.8	1.2	1.9	1.9
	Arena m gruesa (1000-2000 mic)	-	-	0.1	-	0.1	0.2
P (PPm)		79.5	48.6	38.5	38.5	5.7	3.2
CaCo ₃ (%) V		-	-	-	-	1.0	1.4
Equivalente de humedad (%)		19.0	15.8	16.0	15.7	15.6	16.1
Resistencia de la pasta (Ohms/cm)		1434	912	3557	3374	3192	2189
PH en pasta		5.5	5.6	6.3	6.6	7.7	7.7
PH en H ₂ O (1: 2.5)		5.9	5.9	6.8	7.0	8.3	8.2
PH en 1N KCl (1:2.5)		5.3	5.4	5.6	6.0	7.1	7.3
Conductividad (mmhas/cm)		1.2	2.3	2.5	3.1	3.3	3.1
Cat. De Cambio. (m.e./ 100 g)	Ca ++	14.7	11.8	10.3	11.3	-	-
	Mg ++	3.9	3.0	1.6	3.4	-	-
	Na +	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	0.4
% Agua de saturación		45	37	38	32	31	29
Valor S (m.e/100 g) NH ₄ + a +		20.7	16.4	13.3	15.9	-	-
H cambio (m.e/100g)		6.3	3.7	2.2	1.2	-	-
Valor T (m.e/100g) NH ₄ + a Na+		23.9	18.8	14.3	16.6	14.7	13.9
% de saturación de T		87	87	93	96	-	-
% de saturación de S+H		77	82	86	93	-	-

OBSERVACIONES: Alto contenido en fósforo.

TAREAS A DESARROLLAR

Muestreo de suelo:

La siguiente determinación se llevó a cabo tomando muestras simples y compuestas de dos lotes, denominados lote 5 y 6, donde posteriormente en ambos se sembró el Maíz. Las muestras simples se realizaron antes de la implantación del cultivo (30/12/2015) para determinar el agua presente en el suelo y una medición posterior en Madurez Fisiológica del cultivo (20/06/2016) para establecer el consumo de agua del cultivo necesaria para llevar a cabo su ciclo. Las muestras compuestas se tomaron al inicio solamente para determinar posteriormente en laboratorio indicadores físicos, químicos y biológicos de suelo.

Físico: Agua presente, Densidad Aparente

Químico: pH, Conductividad, Nitrógeno Total, Fosforo, K, Ca, Mg, Na y Carbono orgánico.

Biológico: Actividad microbiana global (Respiración), Degradación de celulosa.

Análisis de Suelo:

Parámetros Físicos:

Agua presente:

Se tomaron muestras (antes de la siembra) con pala barreno sacabocado de 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 y 120-150 cm. Se utilizaron bolsas de alto micronaje (200 μ), en laboratorio se pesaron las muestras, luego se llevaron a estufa a 110 °C durante tres días y se pesaron nuevamente, se aplicó la fórmula $w_e = (W_w / W_s) * 100$ (%), este contenido de humedad se multiplicó por la densidad, la profundidad y por el agua útil del suelo, obteniendo así lámina de agua en el suelo (Satorre *et al.*, 2003). El agua útil del suelo, se calculó a través de la diferencia entre capacidad de campo y la humedad presente en el suelo, para obtener los valores de CC se hicieron cálculos de porcentaje de Limo fino (0.002-0.02 mm) y de Arcilla (0.02 mm), provenientes de la carta de suelo, para luego multiplicar por unos coeficientes $CC = 5.5868 + 0.61 * Ar + 0.203 * LF$ (Traverso y Suero), (1) y para $PMP = -0.0686 + 0.476 * (1)$ CADP (Damiano, 2000).

Se tomaron dos muestras para cada lote M1 y M2 desde los 30 cm hasta 150 cm para observar la Lámina de Agua (mm) al inicio y luego de finalizado el ciclo del cultivo.

Tabla 3: Lámina de Agua antes de la siembra.

L5	Tara	T1 + PH (Ww)	T1 + PS (Ws)	% Hum.	We	Da g/cm3	Prof. (cm)	AGUA UTIL	LA (mm)
M1	108,6	197,4	194,6	3	3,26	1,33	30	0,17	67,69
M1	129,2	219,3	215,8	4	4,04	1,43	60	0,17	146,31
M1	110,4	203,1	199,3	4	4,27	1,40	90	0,16	201,60
M1	101,6	194,1	190,4	4	4,17	1,40	1,2	0,16	2,69
M1	102,3	179,7	177	3	3,61	1,40	1,5	0,15	3,15
									421,43
M2	123,3	219,1	215,5	4	3,90	1,33	30	0,16	63,71
M2	119	197,1	193,2	4	5,26	1,43	60	0,17	146,31
M2	118,6	184,6	181,5	3	4,93	1,40	90	0,17	214,20
M2	118,7	183,4	180,6	3	4,52	1,40	1,2	0,17	2,86
M2	110,9	155,4	153,6	2	4,22	1,40	1,5	0,16	3,36
									430,43
L6	Tara	T1 + PH (Ww)	T1 + PS (Ws)	% Hum.	We	Da (g/cm3)	Prof. (cm)	AGUA UTIL	LA (mm)
M1	118,6	226,7	222,4	4	4,14	1,36	30	0,16	65,48
M1	118,7	185	182,6	2	3,76	1,44	60	0,18	155,12
M1	110,9	180,4	177,6	3	4,20	1,40	90	0,17	214,20
M1	102,8	178	175,3	3	3,72	1,40	1,2	0,17	2,86
M1	100,5	178,3	175	3	4,43	1,40	1,5	0,15	3,15
									440,80
M2	122,2	213,8	210,5	3	3,74	1,36	30	0,17	69,57
M2	112,7	192,3	189,1	3	4,19	1,44	60	0,17	146,50
M2	117,2	199,7	196,3	3	4,30	1,40	90	0,16	201,60
M2	117,9	200,8	197,5	3	4,15	1,4	1,2	0,17	2,86
M2	112,7	181,5	178,6	3	4,40	1,4	1,5	0,15	3,15
									423,68

Tabla 4: Lámina de Agua luego de Madurez Fisiológica

L5	TARA	T + PH (Ww)	T + PS (Ws)	% Hum	We	Da g/cm3	Prof. (cm)	AGUA UTIL	LA (mm)
M1	95,7	212,7	199,6	13	12,6	1,33	30	0,07	27,87
M1	118,7	227,9	217,5	10	10,5	1,43	60	0,1	86,06
M1	99,9	208,6	198	11	10,8	1,44	90	0,09	116,64
M1	101,7	198,1	187,7	10	12,1	1,4	1,2	0,09	1,51
M1	103,8	188,3	181	7	9,5	1,4	1,5	0,11	2,31
									234,40
M2	89,6	152,4	144,9	8	13,6	1,33	30	0,13	51,76
M2	89	148,7	142,7	6	11,2	1,43	60	0,15	129,10
M2	101	156,7	150,9	6	11,6	1,45	90	0,14	182,70
M2	94,2	166	158,1	8	12,4	1,4	1,2	0,12	2,02
M2	91,2	158,4	150,5	8	13,3	1,4	1,5	0,1	2,10
									367,67
L6	TARA	T + PH (Ww)	T + PS (Ws)	% Hum.	We	Da g/cm3	Prof. (cm)	AGUA UTIL	LA (mm)
M1	113,3	230,2	215,9	14	13,9	1,33	30	0,06	23,89
M1	112,5	217,7	205	13	13,7	1,43	60	0,08	68,85
M1	116,9	216	206,1	10	11,1	1,44	90	0,1	129,60
M1	106,9	217,2	201,7	16	16,4	1,4	1,2	0,04	0,67
M1	117,8	188,9	179,1	10	16,0	1,4	1,5	0,08	1,68
									224,69
M2	89,6	163,3	154,6	9	13,4	1,33	30	0,11	43,80
M2	89	166,908	158,6	8	11,9	1,43	60	0,12	103,28
M2	101	181,3031	173,3	8	11,1	1,45	90	0,13	169,65
M2	94,2	171,9136	163,8	8	11,7	1,4	1,2	0,12	2,02
M2	91,2	172,7338	162,5	10	14,4	1,4	1,5	0,1	2,10
									320,84

Tabla 5: Diferencia de contenido de agua en el perfil a la siembra y a madurez fisiológica.

	LA (mm)	LA (mm)	
L5	Antes de Siembra	Luego de MF	
M1	68,48	27,47	41,01
M1	146,97	87,58	59,38
M1	202,28	119,93	82,35
M1	2,71	1,59	1,13
M1	3,21	2,24	0,97
			184,83
M2	65,30	49,77	15,53
M2	143,52	125,45	18,07
M2	211,10	183,40	27,70
M2	2,87	2,01	0,86
M2	3,39	2,11	1,28
			63,44
L6	LA (mm)	LA (mm)	
M1	64,25	23,33	40,92
M1	156,64	67,88	88,76
M1	214,88	125,42	89,46
M1	2,88	0,73	2,15
M1	3,08	1,71	1,37
			222,66
M2	68,34	46,24	22,10
M2	149,75	100,76	48,99
M2	207,32	158,42	48,89
M2	2,78	1,97	0,81
M2	3,16	2,02	1,14
			121,93

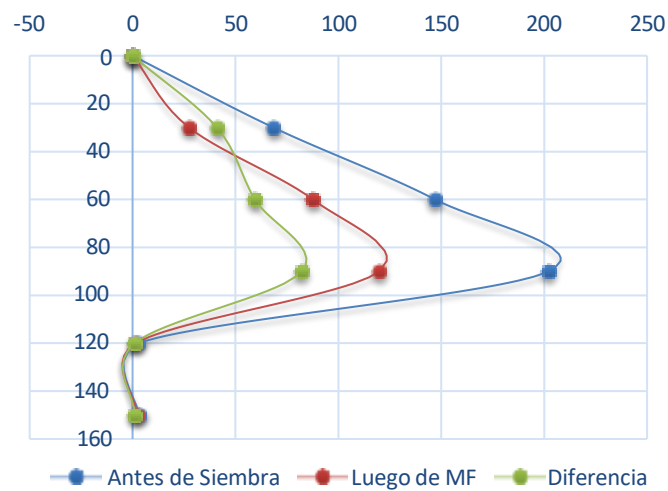


Figura 7: Lote 5- Muestra 1

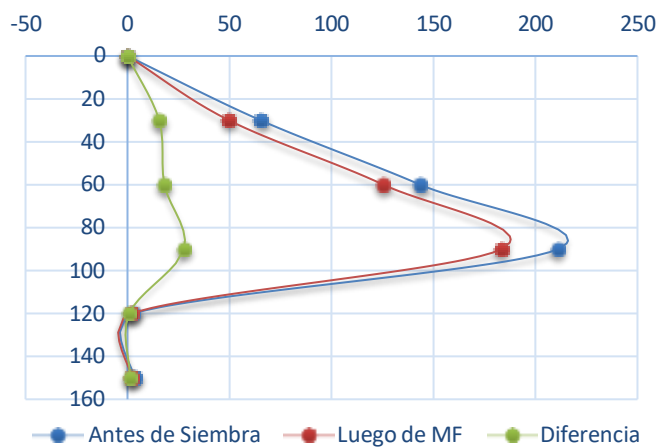


Figura 8: Lote 5- Muestra 2

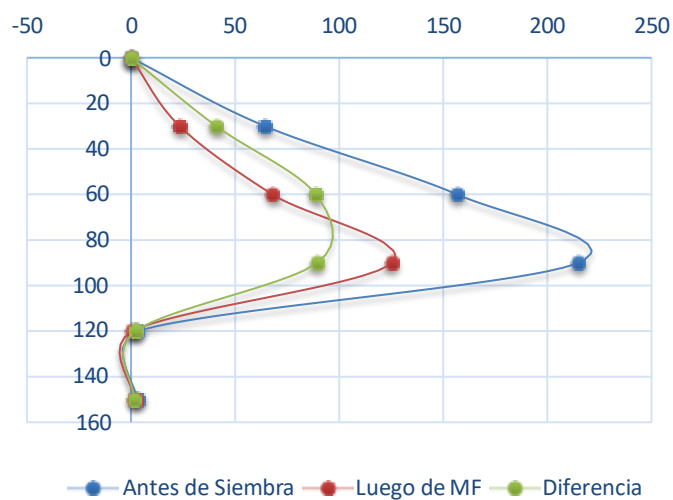


Figura 9: Lote 6- Muestra 1

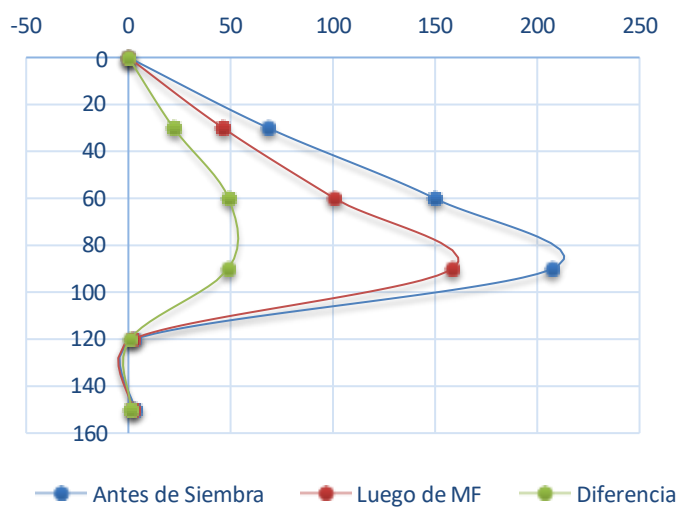


Figura 10: Lote 7- Muestra 2



Figura 11: Muestreo de suelo antes y después del cultivo.

Densidad aparente:

Para la determinación se utilizó un cilindro perforado, y se tomó del suelo el volumen deseado, cuyo peso después de secado, se dividió por el volumen calculado del cilindro. Se tomaron dos muestras para el lote 5 M2664 (0-30 cm) y M2665 (30-60 cm), para el lote 6 M2666 (0-30 cm) y M2667 (30-60 cm). Por cada muestra se realizaron tres repeticiones y se tomó como valor el promedio de las mismas (Tabla 6), Procedimiento de Kopecki (Mela, 1954).

Tabla 6: Muestras de suelo a dos profundidades 0-30 y 30-60 cm con sus repeticiones.

Lotes	Profundidad (cm)	Volumen (ml)	Peso (gr)	Peso/Volumen (g/cm ³)
LOTE 5	30	92	123,5	1,342
LOTE 5	30	93	123,5	1,328
LOTE 5	30	92	120,5	1,310
Promedio		92,333	122,5	1,327
LOTE 5	60	92	130,5	1,418
LOTE 5	60	91	130,7	1,436
LOTE 5	60	90	130,4	1,449
Promedio		91	130,533	1,434
LOTE 6	30	91	124,6	1,369
LOTE 6	30	91	123,4	1,356
LOTE 6	30	91	124,4	1,367
Promedio		91	124,133	1,364
LOTE 6	60	91	130,2	1,431
LOTE 6	60	90	129,1	1,434
LOTE 6	60	91	131,1	1,441
Promedio		90,667	130,133	1,435

Tabla 7: Densidad Aparente a 30 y 60 cm

Lotes	Profundidad (cm)	Da (g/cm ³)
Lote 5	30	1,327
Lote 5	60	1,434
Lote 6	30	1,364
Lote 6	60	1,435

De acuerdo a los valores obtenidos en las distintas muestras de cada lote, pude corroborar que corresponden a suelos de textura Franca, donde en los primeros cm de suelo (0-30) poseen una Da de 1.3 g/cm³ y a mayor profundidad (30-60 cm) el valor aumenta significativamente a 1.4 g/cm³ para ambos lotes (Tabla 7).

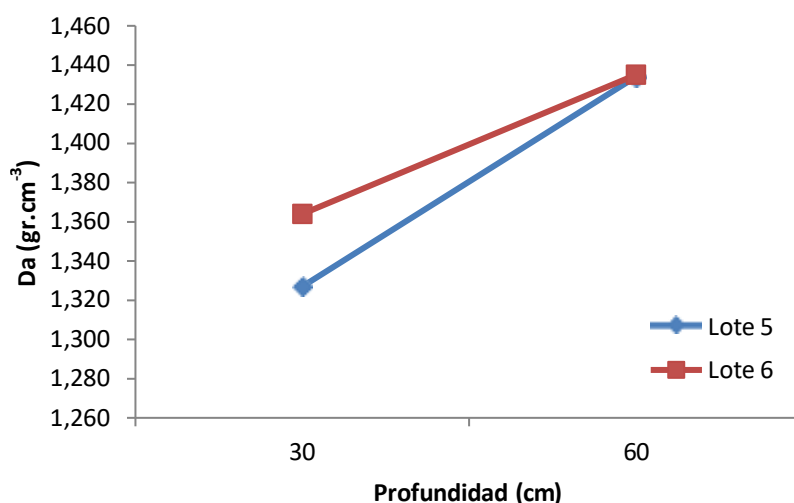


Figura 12: Densidad aparente (g/cm³) con respecto a la profundidad del Lote 5 y 6.

Parámetros Químicos:

Carbono orgánico

El carbono es el elemento principal presente en la materia orgánica del suelo, por lo tanto el contenido de misma en el suelo se determinó por oxidación con ácido crómico con calefacción espontánea utilizando a tal fin la NORMA IRAM-SAGPyA 29571-2; Carbono orgánico oxidable por mezcla sulfocrómica en suelos. Escala semi-micro – El Método se basa en el procedimiento propuesto por de Walkley y Black (1947), donde el carbono orgánico se oxida parcialmente por una solución de dicromato de potasio en medio ácido. El agregado de ácido sulfúrico aporta el medio para la reacción y el calor necesario para que se produzca la oxidación del carbono. El exceso de dicromato se valora mediante volumetría de óxido reducción con una solución ferrosa.

Nitrógeno total

La mayor proporción de nitrógeno se encuentra en la fracción orgánica del suelo. Se realizó según la NORMA IRAM-SAGPyA 29572-2; nitrógeno en suelo por el método Kjeldahl modificado en suelos. Escala semi-micro. La digestión se realiza por calentamiento de la muestra con ácido sulfúrico y catalizadores que promueven la oxidación de la materia orgánica y la conversión del nitrógeno orgánico a amonio. El digesto se alcaliza y el amoníaco que se desprende se recoge en ácido bórico y se titula con ácido valorado.

pH

El pH del suelo es una medida que refleja, en forma aproximada, la actividad de los iones hidrógenos (H^+) de la solución del suelo (factor intensidad), los que tienen un efecto marcado sobre la fertilidad del mismo (disponibilidad de nutrimentos vegetales). Es por lo tanto una medida de las propiedades químicas del suelo, ya que si este es ácido, neutro o básico lo es en función de la solubilidad de sus componentes, de las uniones relativas de los iones en los sitios de intercambio de la actividad microbiana, del contenido de materia orgánica y humus, de los minerales que lo constituyen, de las condiciones climáticas, ambientales, del manejo del suelo, etc.

La suspensión de suelo que se utilizó fue en solución acuosa, relación suelo: agua= 1: 2,5. Cuyo procedimiento fue pesar 12 gr de suelo seco al aire tamizado por 2 mm en un recipiente de 50 ml, luego se agregó 30 ml de solución extractora y se agitó durante 30 segundos, luego de dejar reposar una hora se calibró el pH-metro con las soluciones patrón. Se insertaron los electrodos y se agitó la suspensión, entre cada determinación se lavaban los electrodos con agua destilada. (Jackson, 1964).

Fósforo

Se determinó por el método Bray Kurtz N°1 modificado - Norma IRAM-SAGPYA 29570-1. Se utilizó una porción representativa de las muestras de suelo pretratadas, secadas y tamizadas hasta que toda la fracción pase por tamiz de 2 mm, con una relación suelo: solución extractora de 1:7 (m/v). Se pesó 2 gr de las muestras de suelo, se las colocó en un tubo de centrifuga y se agregó 14 ml de solución extractora de fluoruro de amonio 0.03 mol/L y ácido clorhídrico 0.025 mol/L, luego se tapó el tubo y se colocó

inmediatamente en el agitador de vaivén durante 5 minutos. Una vez que terminó la agitación se filtró a través de un papel de filtro obteniendo el extracto limpio, paralelamente se desarrolló el blanco pero sin el analito. Para la muestra se tomó una alícuota de 1 ml de extracto y se lo colocó en el tubo de ensayo, se le adicionó 9 ml de solución reactiva B (ácido ascórbico), se esperan 30 minutos para el desarrollo del color, luego se lee la absorbancia en espectrómetro a 882 nm.

Potasio, Calcio y Magnesio

Para Calcio y Magnesio se realizó la determinación por complejometría con EDTA y para Potasio por fotometría de llama, extractados con acetato de amonio, 1M y pH7, (Page et al., 1982), respectivamente.



Figuras 13: Determinación Calcio y Magnesio



Figura 14: Balanza usada para la determinación de P.

Figura 15: Determinación de pH y conductividad.

Tabla 8: (*) Interpretación

Lotes	Prof. (cm)	pH	Fósforo (mg.Kg-1)	K	Ca	Mg	Na	C.Org.	% NT	Conduct. (dS/m)
				cmol.Kg-1						
Lote 5	(0-30)	7,3	51,7	1,6	18,6	3,2	1,9	1,48	0,15	0,2
I (*)		Debil Alcalino	Alto	Alto	Alto	Alto			Bien Provisto	Normal
Lote 5	(30-60)	7,7	52,5	1,3	19,1	1,8	2	1,09	0,11	0,2
I (*)		Debil Alcalino	Alto	Alto	Alto	Medio			Bien Provisto	Normal
Lote 6	(0-30)	7,6	34,2	1,3	17,2	2,9	1,9	1,48	0,14	0,3
I (*)		Debil Alcalino	Alto	Alto	Alto	Alto			Bien Provisto	Normal
Lote 6	(30-60)	7,8	37,5	1	18,6	3,5	1,9	1,48	0,17	0,3
I (*)		Alcalino	Alto	Alto	Alto	Alto			Bien Provisto	Normal

pH actual con potenciómetro (relación 1:2,5)-

Conductividad de extracto en microsiemens por centímetro (dS.cm-1)

Fósforo método Bray Kurtz N° 1

Potasio y Sodio por fotometría de llama

Calcio y magnesio por complejometría con EDTA

Carbono Orgánico método Walkley-Black

Nitrógeno Total método semi-micro Kjeldahl

Parámetros Biológicos:

Actividad microbiana global

Desde el punto de vista biológico puede considerarse el suelo como un organismo viviente y como tal con una gran variedad de funciones fisiológicas. La materia viviente no constituye más que un 4% de la materia orgánica total del suelo, pero es innegable su importancia, puesto que ella representa la masa que se mineraliza y reconstituye permanentemente.

La cantidad de CO₂ producido no depende solo del número y tipo de organismos presentes, sino también de la naturaleza y cantidad de las fuentes de carbono oxidable que existan, además no es una variable independiente sino que está influenciada por aireación, temperatura y reacción del suelo.

Para la determinación de la actividad respiratoria se tomaron dos muestras por lote a dos profundidades distintas (0-30 cm) y (30-60 cm), a su vez por cada muestra se realizaron tres repeticiones y se tomó como valor el promedio de las mismas (Tabla 9). El procedimiento se realizó en laboratorio mediante técnicas de incubación, (Schinner et al., 1996) colocando 30 g de suelo seco y tamizado (2 mm), luego se humedeció el suelo a capacidad de campo y se colocó en bolsitas de polietileno permeables a gases e impermeable a vapor de agua, estas a su vez se introdujeron en envases de cierre hermético que contiene hidróxido de sodio 0,5 N, algunas gotas de fenofaleína. El CO₂

producido se recogió en el hidróxido de sodio y se tituló con ácido clorhídrico 0,5 N y fenofaleína como indicador, los controles se realizaron a los 7, 14 y 21 días.

De la diferencia entre la cantidad de NaOH presente inicialmente y la remanente después de la exposición al CO₂ se obtuvo la cantidad de gas producido por respiración (Anderson, 1982) mediante la siguiente fórmula: $R = (B - V) NE$ donde R es la respiración microbiana en mg CO₂, B es el volumen de ácido necesario para titular el NaOH de la muestra control (en ml), V es la cantidad de ácido necesaria para titular el NaOH de la muestra (en ml), N es la normalidad del ácido y E es el peso equivalente del CO₂. Los datos de respiración se expresaron como mg CO₂ g⁻¹ de suelo seco.

$$\text{mg CO}_2 = \frac{(B-M) * N * 22 * 50 \text{ ml} * 100 * h}{5 * P}$$

B= ml gastados en el Blanco

M= ml gastados en la Muestra

N= Normalidad del ácido 0,485

22= peso equivalente del CO₂

50 ml Na(OH)

5= alícuota titulada

h= corrección de humedad

P= peso en gr de la muestra colocada en la bolsita

Tabla 9: Datos registrados en Respiración

		1° Medición					2° Medición					3° Medición			
Muestra	Prof. (cm)	V1 (ml)	V2 (ml)	Prom.	(B-M)	mg CO ₂	V1 (ml)	V2 (ml)	Prom.	(B-M)	mg CO ₂	V1 (ml)	V2 (ml)	Prom.	(B-M)
Blanco	0-30	5,6	5,6	5,6	5,6	2053,33	5,6	5,7	5,7	5,7	2090,0	5,8	5,8	5,8	5,8
Lote 5a	0-30	5,6	5,8	5,7	0,1	36,7	5,6	5,5	5,55	0,2	55,0	5,6	5,6	5,6	0,2
Lote 5b	0-30	5,4	5,3	5,35	0,25	91,7	5,6	5,4	5,5	0,2	73,3	5,6	5,5	5,55	0,3
Lote 5c	0-30	5,4	5,5	5,45	0,15	55,0	5,5	5,4	5,5	0,3	91,7	5,5	5,6	5,55	0,3
Prom.		5,5	5,5	5,5	0,1	36,7	5,6	5,4	5,5	0,2	73,3	5,6	5,6	5,6	0,2
Lote 5a	30-60	5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,7	5,6	5,7	0,0	18,3	5,8	5,8	5,8	0,0
Lote 5b	30-60	5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,6	5,6	5,6	0,1	36,7	5,6	5,6	5,6	0,2
Lote 5c	30-60	5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,6	5,6	5,6	0,1	36,7	5,6	5,6	5,6	0,2
Prom.		5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,6	5,6	5,6	0,1	30,6	5,7	5,7	5,7	0,1
Blanco	0-30	5,6	5,7	5,65	5,6	2053,3	5,65	5,65	5,65	5,7	2071,7	5,6	5,6	5,6	5,8
Lote 6a	0-30	5,7	5,6	5,65	0,05	18,3	5,5	5,5	5,5	0,2	55,0	5,6	5,6	5,6	0,2
Lote 6b	0-30	5,6	5,5	5,55	0,05	18,3	5,5	5,5	5,5	0,2	55,0	5,5	5,6	5,55	0,3
Lote 6c	0-30	5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,6	5,6	5,6	0,1	18,3	5,6	5,5	5,55	0,3
Prom.		5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,5	5,5	5,5	0,1	42,8	5,6	5,6	5,6	0,2
Lote 6a	30-60	5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,6	5,5	5,55	0,1	36,7	5,6	5,5	5,55	0,3
Lote 6b	30-60	5,6	5,6	5,6	0	0,0	5,6	5,5	5,55	0,1	36,7	5,6	5,5	5,55	0,3
Lote 6c	30-60	5,7	5,7	5,7	0,1	36,7	5,5	5,5	5,5	0,2	55,0	5,6	5,6	5,6	0,2
Prom.		5,6	5,6	5,63	0,03	12,2	5,6	5,5	5,5	0,1	42,8	5,6	5,5	5,6	0,2

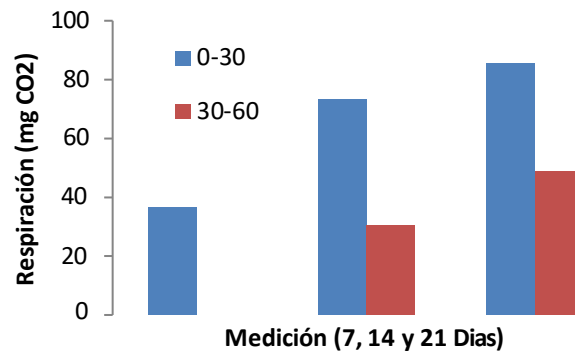


Figura 15: Actividad Microbiana Global del Lote 5

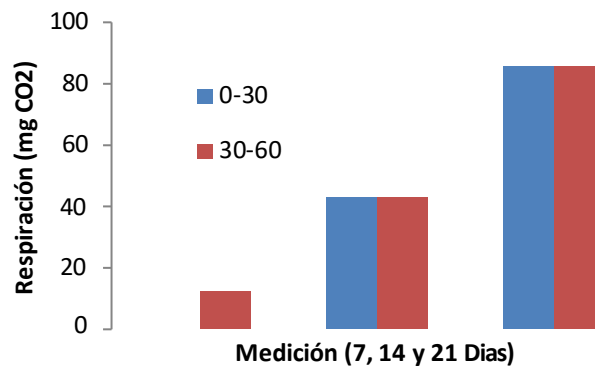


Figura 16: Actividad Microbiana Global del Lote 6

Como podemos observar la Actividad microbiana global para el Lote 5 fue mayor a menor profundidad (0-30 cm) tomando valores desde 36.7, 73.3 y llegando a 85.6 mg CO₂ en la última medición, a mayor profundidad (30-60 cm) la actividad se notó a los 14 días del comienzo de la medición con valores de 30.6 y 48.9 mg CO₂ en tercer medición.

En el Lote 6 los valores de Actividad aumentaron igual en las distintas profundidades, solo que en la primer medición de 0-30 cm no se observó actividad a los 14 días comenzó con 42.8 y llegando a 85.6 mg CO₂, de 30-60 cm la actividad comenzó con 12.2, 42.8 y 85.6 mg CO₂.

Cabe destacar que en ambos lotes a medida que pasó el tiempo la Actividad microbiana (Respiración) aumentó por lo tanto indica la presencia de microorganismos presentes en el suelo que favorecen a la descomposición e intercambio gaseoso en el suelo.



Figura 17: Determinación de Actividad Microbiana

Degradación de celulosa

El contenido de carbono de los suelos varía, como es de suponer, con los tipos pedológicos, regiones climáticas, prácticas de manejo, vegetación, etc. Los valores oscilan entre 1-3% en suelos minerales, entre 6-10% en praderas y en turbas, los valores superan 30-40% del peso seco. En las células, el carbono constituye un 40-50% del peso seco de las mismas, (Frioni Lillian 2011).

La primera etapa del ciclo es la fijación del CO_2 o CH_4 , que la realizan los organismos autotróficos. Estos productores primarios de materia orgánica contribuyen a incrementar su nivel en ecosistemas naturales que constituye la fuente de nutrientes y de energía para la mayoría de los habitantes del suelo, que son heterótrofos. La segunda etapa es la mineralización: la materia orgánica que llega al suelo a través de residuos de cosecha la percolación en el follaje, las raíces y sus productos de descamación y exudación, los restos animales y microbianos sufren una serie de procesos de degradación, que aseguran la continuidad de los ciclos geoquímicos. Los procesos degradativos bioenergéticos realizados por los microorganismos dependerán del nivel de O_2 , ya que los mismos se producen en aerobiosis, (Frioni Lillian, 2011).

Para la determinación se utilizó la técnica propuesta por Fuentes y Quant (1971) la cual consiste en la colocación de 50 microdiscos de celulosa sobre la superficie de 30 gr de suelo con humedad aproximadamente a capacidad de campo en cajas de Petri, se realizaron tres repeticiones de cada muestra a dos profundidades (0-30 cm) y (30-60 cm) de cada Lote 5 y 6. Posteriormente las cajas se incubaron a 28°C y se realizaron

observaciones semanales registrando el porcentaje de degradación de celulosa, considerando que cada disco corresponde a un 2% de degradación, (Tabla 11).

Tabla 10.

Muestra	Profundidad (cm)	% Degradación		
		1°	2°	3°
Lote 5a	0-30	3	60	88
Lote 5b	0-30	0	14	56
Lote 5c	0-30	1	18	48
Promedio		1,33	30,67	64
Lote 5a	30-60	0	38	54
Lote 5b	30-60	0,5	30	48
Lote 5c	30-60	0	16	28
Promedio		0,83	29,52	55,14
Lote 6a	0-30	1	12	24
Lote 6b	0-30	0	10	14
Lote 6c	0-30	2	24	28
Promedio		0,88	25,65	46,10
Lote 6a	30-60	0	12	28
Lote 6b	30-60	0	8	40
Lote 6c	30-60	0	2	8
Promedio		0,70	21,99	41,95

Tabla 11: % de Degradación de Celulosa a distintas profundidades.

	Medición	0-30 cm	0-60 cm
LOTE 5	1°	1,33	0,83
	2°	30,67	29,52
	3°	64	55,14
LOTE 6	1°	0,88	0,7
	2°	25,65	21,99
	3°	46,1	41,95

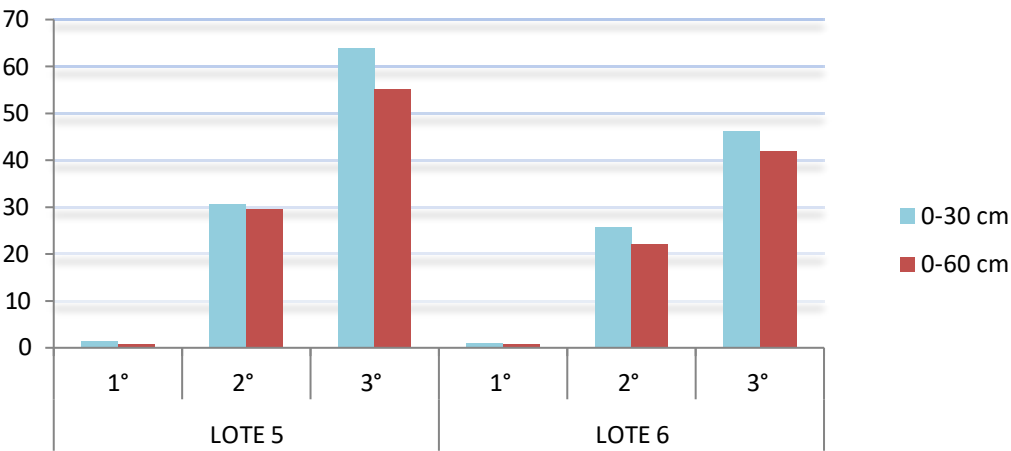
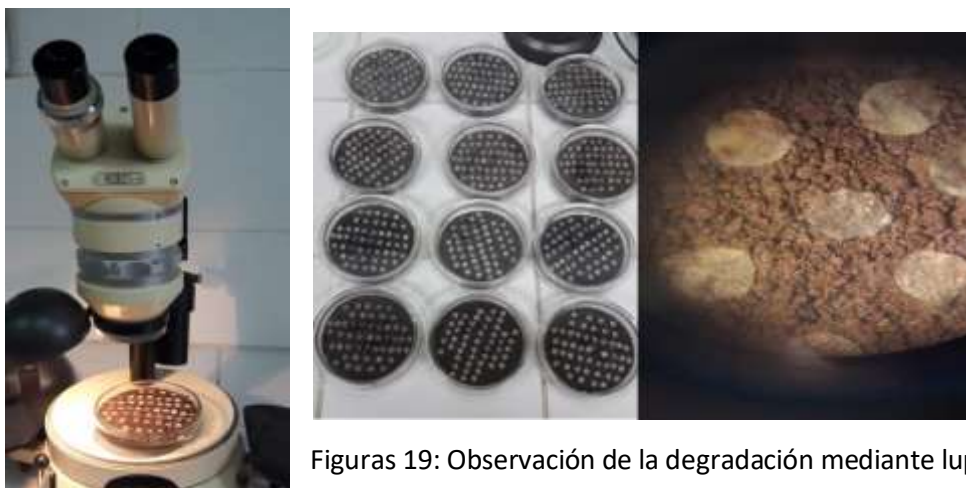


Figura 18: % de Degradación de Celulosa en los distintos lotes y profundidades.

Una señal temprana de la actividad celulolítica fue la aparición en el papel de filtro de manchas de diferentes colores como naranja, verdoso y marrón, esto indicó la presencia de algunas bacterias celulolíticas que producen pigmentos coloreados. Luego a la semana, se observó la degradación parcial el microdisco que fue perdiendo consistencia, aunque la extensión y el sitio de la zona atacada varió mucho. Luego los micro-discos perdieron por completo su consistencia y era imposible separarlos de la tierra por lo que en ese estado se los consideró en su degradación total.

En ambos lotes la degradación de celulosa fue mayor en los primeros cm de suelo (0-30), esto se debe a la mayor concentración de microorganismos presentes, de modo que para el Lote 5 el inicio de la degradación fue de 1.33 % y a los 14 días fue del 64%, para el Lote 6 el inicio fue de 0.88% finalizando con 46.10% de los discos degradados. A mayor profundidad (30-60 cm), el porcentaje degradado también aumentó considerablemente con el tiempo, iniciando con 0.83% y 0.7%, y culminando con 55.14% y 41.95% para L5 y L6 respectivamente, (Tabla 11).

Como se mencionó anteriormente a menor profundidad hay una mayor disponibilidad de O₂, por lo tanto existen microorganismos aeróbicos que permiten una mayor degradación.



Figuras 19: Observación de la degradación mediante lupa.

SEGUIMIENTO DEL CULTIVO

Historial de los Lotes

La antigüedad de los mismos es de 11 años, donde el productor lleva realizando un manejo en la rotación de cultivos para lograr una cobertura adecuada e incrementar

los niveles de materia orgánica así como también mejorar características tanto físicas, químicas como biológicas del suelo y evitar problemas de erosión, todo esto realizándolo con una Labranza cero o mínima, (Tabla 12).

Tabla 12: Cultivos antecesores que se llevan a cabo en los lotes 5 y 6 con sus rendimientos.

	CULTIVOS				
CAMPAÑA	SOJA	MAIZ	SORGO	GIRASOL	TRIGO
2006-2007	-	3700	-	-	-
2007-2008	3500	-	-	-	-
2008-2009	-	4300	-	-	-
2009-2010	3300	-	-	-	-
2010-2011	-	-	3500	2600	-
2011-2012	1100	-	-	-	-
2012-2013	-	3500	-	2450	-
2013-2014	3100	-	-	-	-
2014-2015	2600	-	-	-	1500
2015-2016	-	7700	-	-	-
2016-2017	3250	-	-	-	-

Material biológico sembrado

La elección del híbrido de maíz fue realizada por el productor debido al desempeño agronómico de los híbridos en las redes de ensayos comparativos, buscando potencialidad y estabilidad en el rendimiento. Los materiales seleccionados fueron DK 7910 VT TRIPLE PRO sembrado en el lote 5 el 31/12/2015, y DK 747 VT TRIPLE PRO sembrado el 06/01/2016 en el lote 6, ambos lotes de 200 has que provenían de rastrojo de soja de la campaña anterior 14-15.

DK 7910 VT3PRO: Es un híbrido cruza, desarrollado específicamente para el norte Argentino, con excelente adaptación a la zona, buen perfil sanitario y estabilidad. Recomendado para ambientes de potencial medio, muy competitivo.

DK 747 VT3P: Es un híbrido templado con alto potencial de rendimiento y tolerancia a distintas enfermedades.

Ambos híbridos poseen Tecnología VT TRIPLE PRO con un control aéreo para Oruga Militar Tardía o Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Isoca de la Espiga (*Helicoverpa zea*) y Barrenador del Tallo (*Diatraea saccharalis*), un control subterráneo frente a las larvas de la Vaquita de San Antonio (*Diabrotica Speciosa*)

y un control de malezas ya que con la Tecnología Roundup Ready2 tolera aplicaciones post emergentes de Roundup ControlMax®.

Otro de los factores que se tuvo en cuenta fue la densidad de plantas, ya que es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de luz, lograr plena cobertura en función del área foliar y de la disposición de sus hojas, ya que si no se logra una uniformidad espacial y temporal adecuada, se pueden producir mermas en los rendimientos (Liu *et al.*, 2004).

La densidad que se llevó a cabo la siembra fue de 47.619 pl/ha para DK 7910, con un distanciamiento de 0.52 m entre líneas y colocando 2.5 semillas/m lineal.



Figura 20: Densidad de plantas.

Para describir las fases fenológicas del cultivo se utilizó la escala de Ritchie & Hanway, 1982 (Tabla 13), considerándose la ocurrencia de un estado fenológico cuando el 50% de la población se encontraba en dicho estado.

Tabla 13. Estados fenológicos del maíz (Ritchie y Hanway, 1982)

Estados Vegetativos		Estados Reproductivos	
VE	Emergencia	R1	Emergencia de Estigmas
V1	Primera Hoja	R2	Cuaje (ampolla)
V2	Segunda Hoja	R3	Grano Lechoso
...		R4	Grano Pastoso
...		R5	Grano dentado
...		R6	Madurez Fisiológica
Vn	Enésima Hoja		
VT	Panojamiento		

A partir de la información brindada por la escala, se realizó el seguimiento fenológico del cultivo, haciendo énfasis en los estados más importantes.

Tabla 14: Estados Fenológicos del Ciclo del Cultivo

Duración de las Etapas Fenológicas		DK7910 BT TRIPLE PRO	DK747 BT TRIPLE PRO
Estados Fenológicos	días de ciclo	fecha de fase	fecha de fase
S: siembra		31/12/2015	06/01/2016
Ve: emergencia	5	5/01/2016	11/01/2016
VT: Panojamiento	55	24/02/2016	02/03/2016
R1: Emergencia de estigmas	59	28/02/2016	06/03/2016
R2: Cuaje (ampolla)	66	07/03/2016	13/03/2016
R3: Grano lechoso	83	24/03/2016	30/03/2016
R4: Grano pastoso	92	02/04/2016	08/04/2016
R5: Grano dentado	111	21/04/2016	27/04/2016
R6: Madurez fisiológica	131	11/05/2016	17/05/2016

Se llevaron a campo una serie de mediciones para determinar:

Biomasa

El crecimiento del cultivo resulta de la acumulación de biomasa vegetal, esa ganancia de peso se debe, principalmente, al balance neto positivo del intercambio de carbono entre la planta y su ambiente. En dicho balance, las pérdidas por respiración son sobrecompensadas a través del proceso de fotosíntesis, mediante el cual la planta transforma parte de la energía solar recibida en energía química. Por lo tanto, la acumulación de biomasa en el cultivo depende de la cantidad de radiación solar disponible, de la capacidad del canopeo para interceptarla y de la eficiencia con que el

cultivo convierte la radiación capturada en biomasa vegetal. El maíz es muy eficiente en convertir radiación en biomasa gracias a su metabolismo fotosintético del tipo C4. La instalación temprana de altos niveles de cobertura en el cultivo y el mantenimiento de la superficie foliar fotosintéticamente activa durante el mayor tiempo posible aseguran interceptar mayor cantidad de radiación a lo largo del ciclo y, bajo situaciones no limitantes, producir más biomasa. (H.Eyhéabide)

Para dicha determinación se realizaron muestreos de planta entera a los 15 días antes de R1, en R1 (aparición de estigmas en el 50 % de las plantas), 15 días después de R1 y madurez fisiológica, cortando al ras del suelo las plantas presentes en dos metros lineales de surco. Luego se secaron en estufa a 65°C hasta peso constante (aprox. 72 horas), (Figura 23). Cada sección de la planta se pesó por separado para registrar la partición de asimilados. Se detallan a continuación las 10 muestras de 1 m² en cada lote que se llevaron a cabo (Tabla 15).

Tablas 15: Peso de plantas y espigas del lote 5 y 6.

	1° MUESTREO (15daR1)		2° MUESTREO (R1)		3° MUESTREO (15ddR1)		4° MUESTREO (MF)	
Lote 5	PLANTA	ESPIGA	PLANTA	ESPIGA	PLANTA	ESPIGA	PLANTA	ESPIGA
1	505	0	735	226	801	721	945	952
2	515	0	743	215	700	598	733	988
3	475	0	713	245	888	648	855	930
4	485	0	715	235	750	555	702	935
5	510	0	722	240	875	590	853	970
6	499	0	733	220	789	621	745	910
7	487	0	740	231	794	702	750	955
8	502	0	742	239	805	678	901	980
9	507	0	731	228	756	683	893	920
10	497	0	710	250	790	593	738	936
Prom.	498,2	0	728,4	232,9	794,8	638,9	811,5	947,6

	1° MUESTREO (15daR1)		2° MUESTREO (R1)		3° MUESTREO (15ddR1)		4° MUESTREO (MF)	
Lote 6	PLANTA	ESPIGA	PLANTA	ESPIGA	PLANTA	ESPIGA	PLANTA	ESPIGA
1	367	0	620	100	572	720	838	1002
2	483	0	625	70	695	930	757	1028
3	427	0	548	90	700	806	945	990
4	430	0	550	95	534	723	950	1003
5	380	0	632	78	691	802	841	980
6	481	0	549	94	684	799	893	975
7	399	0	622	84	572	735	766	961
8	405	0	559	89	593	746	920	976
9	451	0	590	92	702	800	974	998
10	398	0	585	89	687	785	850	968
Prom.	422,1	0	588	88,1	643	784,6	873,4	988,1

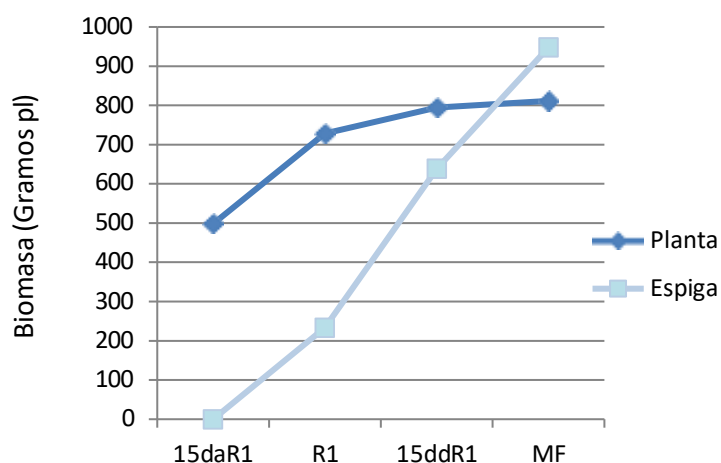


Figura 21: Biomasa acumulada para DK 7910.

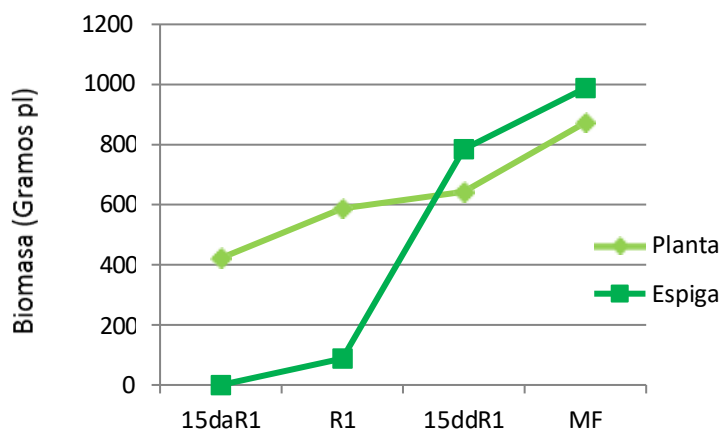


Figura 22: Biomasa acumulada para DK 747.

Durante los primeros días del ciclo, el crecimiento del cultivo estuvo orientado a generar tejidos foliares, donde el crecimiento del tallo fue el que dio la mayor parte del

aumento del peso total de la planta. Luego de la floración se detuvo la producción de tejido vegetativo, el tallo continuó su incremento de peso (debido a la acumulación de sustancias de reserva) e inmediatamente después los órganos reproductivos (granos) iniciaron un acelerado proceso de crecimiento. Durante la etapa postfloración, la planta experimentó un proceso de removilización y translocación de reservas (carbohidratos y nutrientes) desde el resto de la misma hacia los granos, por lo que los órganos vegetativos sufrieron una pérdida neta de peso hacia el final del ciclo del cultivo, siendo mayor para DK747. Al llegar a la madurez fisiológica, el peso de la espiga para el híbrido DK7910 fue de 947.6 gr (Figura 21) y para el caso de DK747 el incremento en peso de la espiga comenzó a aumentar antes que en genotipo anterior, llegando a 784.6 gr a los quince días luego de R1 y 988.1 gr para MF (Figura 22).



Figura 23: Determinación de Biomasa, peso seco luego de estufa a 65° C durante 72 hs aproximadamente.

Radiación interceptada (R_i):

De la radiación incidente, sólo la fracción comprendida entre longitudes de onda de 400 y 700 nanómetros es utilizable en el proceso de fotosíntesis. Por otro lado, no toda la radiación incidente durante el período de crecimiento es aprovechada por el cultivo ya que en los primeros estadios carece de la superficie foliar suficiente como para captar toda la luz incidente. A medida que despliega nuevas hojas, la proporción de radiación que es interceptada por el cultivo aumenta. La tasa de crecimiento del cultivo aumenta a medida que se incrementa la eficiencia de intercepción de radiación, alcanzándose los valores máximos cuando el porcentaje de intercepción se aproxima al 95%. La temperatura afecta el crecimiento y el desarrollo foliar modificando la

velocidad de instalación y la magnitud del área foliar y, por lo tanto, la eficiencia de intercepción, (H.Eyhérabide).

Para dicha determinación se tomarán cinco mediciones en cada zona de muestreo de plantas, ubicadas desde el centro de un entresurco hasta el centro del entresurco contiguo, entre las 11.30 y 13.00 h en días soleados, de acuerdo a la metodología propuesta por Gallo y Daughtry (1986). El porcentaje de radiación fotosintética activa interceptada (RFAi) por el cultivo se calculó como $[1 - (I_t / I_0)] \times 100$ donde I_t es la RFAi medida entre el suelo y la primera hoja verde, e I_0 es la RFA incidente por encima de la canopia del cultivo. Las mediciones de radiación interceptada se realizaron a los 15 días antes de R1, y luego en R1 (Tabla 16).

Tabla 16: % RFAi del Lote 5 y 6.

LOTE 5	1° MEDICIÓN (15daR1)		% RFAi	2° MEDICION (R1)		% RFAi
	Sup. (IO)	Inf. (It)	$[1 - (I_t/I_0)] \times 100$	Sup. (IO)	Inf. (It)	$[1 - (I_t/I_0)] \times 100$
M1	1502	615	59,05	1532	260	83,03
M2	1360	442	67,50	1402	460	67,19
M3	1572	425	72,96	1300	380	70,77
M4	1120	280	75,00	1250	220	82,40
M5	1402	343	75,53	1640	450	72,56
Promedio			70,01			75,19
M1	1240	870	29,84	1570	440	71,97
M2	1862	532	71,43	1680	750	55,36
M3	1280	761	40,55	1670	630	62,28
M4	1550	438	71,74	1610	810	49,69
M5	1570	650	58,60	1775	844	52,45
Promedio			54,43			58,35
M1	1438	375	73,92	1366	717	47,51
M2	1380	231	83,26	1836	740	59,69
M3	1290	450	65,12	1768	561	68,27
M4	1778	532	70,08	1541	504	67,29
M5	1929	563	70,81	1432	663	53,70
Promedio			65,28			64,57

LOTE 6	1° MEDICIÓN (15daR1)		% RFAi	2° MEDICION (R1)		% RFAi
	Sup. (IO)	Inf. (It)	$[1 - (I_t/I_0)] \times 100$	Sup. (IO)	Inf. (It)	$[1 - (I_t/I_0)] \times 100$
M1	1420	130	90,85	1502	402	73,24
M2	1440	712	50,56	1205	124	89,71
M3	1560	428	72,56	1802	208	88,46
M4	1430	830	41,96	1702	244	85,66
M5	1485	370	75,08	1381	398	71,18
Promedio			66,20			81,65
M1	1260	667	47,06	1281	372	70,96
M2	1310	447	65,88	1831	401	78,10
M3	1725	532	69,16	1501	503	66,49
M4	1746	512	70,68	1679	229	86,36
M5	1468	342	76,70	1604	342	78,68
Promedio			65,90			76,12
M1	1584	168	89,39	1432	240	83,24
M2	1824	472	74,12	1601	306	80,89
M3	2054	428	79,16	1802	193	89,29
M4	1782	339	80,98	1543	406	73,69
M5	1960	219	88,83	1300	458	64,77
Promedio			70,89			78,73

El IAF crítico para maíz es de 4 donde en ese momento se intercepta el 95% de la Radiación, en las mediciones realizadas pude observar que el hibrido DK 7910 tuvo menor % de intercepción con un 63% quince días antes de R1 y 66% en R1, logrando una eficiencia de intercepción del 3%, para DK 747 los valores fueron mayores con 68% para la primer medición y en R1 llegó a 79% RAFi y una Ei de 11%. Esto indica que ninguno puedo alcanzar el IAF crítico, el motivo se debe a la densidad de plantas utilizada para ambos híbridos pero impactando en mayor medida en DK 7910.

La Eficiencia de intercepción de la Radiación (Ei)

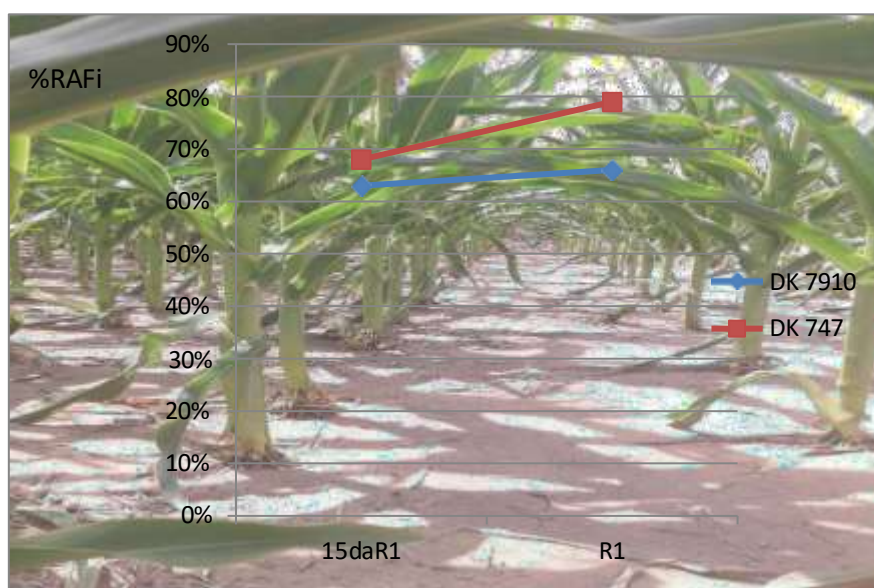


Figura 24: % RAFi y eficiencia de la intercepción.

Rendimiento Numérico:

El rendimiento en grano queda determinado por la manera en que el cultivo particiona la biomasa acumulada durante su crecimiento entre los órganos de cosecha y el resto de la planta (H.Eyhérabide).

Cuando los granos tenían una humedad de aproximadamente 25%, se realizó la estimación de rendimientos empleando la metodología usada por la empresa. Se recolectaron las espigas de diez metros lineales se seleccionaron las espigas de cada planta, luego se contaron las hileras por espiga y los granos por hilera para obtener un valor promedio de granos por espiga, (Tabla 16). Luego con este valor se calcularon los granos por unidad de superficie (ha) y teniendo en cuenta el peso de mil granos obtuvimos los Kg/ha de rendimiento estimado, (Tabla 17). Cabe aclarar que el peso

seco de grano se calculó contando 1000 granos que fueron secados a estufa con circulación forzada de aire (65° C), hasta peso constante.

Tabla 17: Calculo de granos por espiga

	Espiga N°	N° hileras/espigas	N° granos/hileras	N° granos/espiga	Peso 50 granos	1000 granos
Lote 5	1	14	38	532	16,39	327,8
Lote 5	2	14	40	560	15,6	312
Lote 5	3	16	36	576	16	320
Lote 5	4	14	38	532	15,36	307,2
Lote 5	5	14	38	532	13,86	277,2
Lote 5	6	16	40	640	14,78	295,6
Lote 5	7	14	40	560	13,14	262,8
Lote 5	8	14	38	532	13,4	268
Lote 5	9	16	34	544	13,8	276
Lote 5	10	14	38	532	15,7	314
Promedio				554	14,8	296,06
Lote 6	1	18	40	720	15,13	302,6
Lote 6	2	16	35	560	17,18	343,6
Lote 6	3	18	32	576	15,5	310
Lote 6	4	16	36	576	14,19	283,8
Lote 6	5	18	36	648	16,37	327,4
Lote 6	6	18	38	684	16,45	329
Lote 6	7	14	35	490	12,18	243,6
Lote 6	8	14	42	588	16,54	330,8
Lote 6	9	16	40	640	13,84	276,8
Lote 6	10	14	38	532	17,21	344,2
Promedio				601,4	15,46	302,31

Tabla 18: Rendimiento estimado (Kg/ha). (*) PMS = peso de mil granos (g).

	Espigas en 10 m	Superficie(m2)	Espigas/Ha	Granos/ha	PMS(*)	Kg/ha
Lote 5	25	5,25	47619,04762	26380952,38	296,06	7810,34
Lote 6	25	5,25	47619,04762	28638095,24	302,31	8657,58

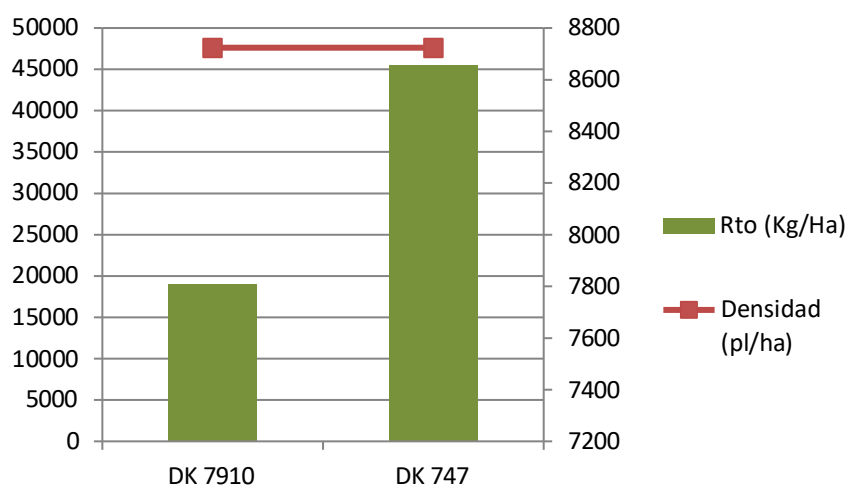


Figura 25: Rendimiento estimativo de los híbridos sembrados a una densidad de 47.619 pl/ha.

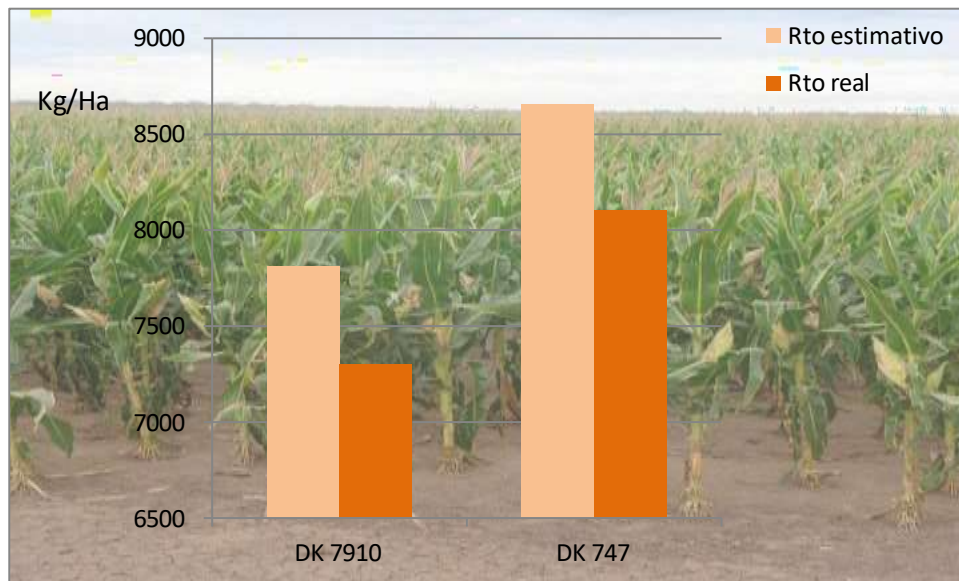


Figura 26: Rendimiento estimativo con respecto al Rendimiento Real.

El rendimiento estimativo calculado fue para el Híbrido DK 7910 de 7.810,34 kg/ha con un peso de los mil granos de 296.06 gr, para DK 747 el rinde fue de 8.657,58 kg/ha con un peso de 302.31 gr. El rendimiento real del cultivo se obtuvo con la cosecha que fue el 15/07/2016 para ambos híbridos siendo de 7.300 kg/ha para DK 7910 y 8.100 kg/ha para el DK 747.



Figura 27.

Adversidades Bióticas:

Enfermedades:

A lo largo del desarrollo del cultivo no hubo presencia de agentes patógenos que pudieran perturbar el desarrollo del cultivo, solo se observó unos 15 días después de madurez fisiológica Pudriciones de mazorca por *Fusarium Graminearum*, *F. moniliforme* y *Gibberella*. Los primeros signos de la infección son la formación de micelios blancos, que van descendiendo desde la punta de la mazorca y dan una coloración blanquesina y rosada a los granos infectados.



Figura 28: Pudrición de la Mazorca.

Malezas

El productor llevó a cabo un buen control de malezas en el barbecho y pre siembra, por lo tanto el cultivo se desarrolló sin influencia de las mismas, evitando así la competencia con el cultivo por agua y nutrientes. Luego se realizó un control aéreo para salir con el lote limpio y facilitar la cosecha evitando que las malezas consuman el agua disponible del suelo.

Tabla 19: Herbicidas aplicados.

Barbecho y Presiembra		Antes de la cosecha	
Producto	Dosis	Producto	Dosis
Atrazina	2,5 L/ha	Metsulfuron	12 gr/ha
Glifosato	2,5 L/ha	Glifosato	2,3 L/ha
Dicamba	0,50 L/ha	Sulfato de Amonio	1 L/ha
		Aceite metilado	150 cc/ha
Pulverización Terrestre		Pulverización Aérea	

Tabla 20: Algunas de las malezas presentes.

Latifoliadas:	
nombre común	nombre científico
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
Bejuco	<i>Ipomoea nil</i>
Borreria	<i>Borreria densiflora</i>
Malva	<i>Malva sp.</i>
Yuyo colorado	<i>Amaranthus quitensis</i>
Gramineas:	
Sorgo de Alepo	<i>Sorghum halepense</i>
Pasto colchón	<i>Urochloa panicoides</i>



Figura 29: Malezas presentes al final del ciclo.

Plagas

Cabe destacar que no se observaron daños causados por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), plaga principal de este cultivo y de difícil control en estado de desarrollo avanzado. Esta ausencia de daños se debe al buen control que ejerce el evento transgénico VT 3P.

CONCLUSIONES

- Las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo fueron favorables, con una temperatura media anual de 21,1 °C, la máxima absoluta registrada fue de 40,6 °C el 24 de enero de 2016 y la mínima absoluta de -4,9 °C el 22 de junio de 2016. Las necesidades hídricas del cultivo son de 550-600 mm/ciclo y las precipitaciones medidas en el establecimiento dieron un total acumulado de 514 mm.
- Los Valores químicos de los nutrientes obtenidos del muestreo de suelo como ser Fósforo, Calcio, Magnesio y Nitrogeno se mantuvieron en niveles medio-altos con respecto a la carta de suelo observados en la Serie Luz, esto se debe a las buenas prácticas de manejo como la rotación de cultivos que realiza el productor desde el desmonte realizado.
- La diferencia de la lámina de agua (mm) antes y luego de MF dio positiva, es decir que aproximadamente entre 150-200 mm fueron los utilizados por el cultivo para llevar a cabo su ciclo.
- Durante el ciclo del cultivo se observaron las diferentes fases fenológicas y se relacionaron con los días necesarios para que ocurra un evento fenológico en este tipo de ambientes.
- La densidad de plantas a cosecha del híbrido DK7910 estuvo por debajo de los valores recomendables por la empresa lo que repercutió en una merma de rendimiento.
- La estimación calculada de rendimientos fue para el Híbrido DK 7910 sembrado en el lote 5 de 7.810,34 kg/ha con un peso de los mil granos de 296.06 gr, para DK 747 el rinde fue de 8.657,58 kg/ha con un peso de 302.31 gr de los mil granos sembrado en el lote 6.
- La temperatura y humedad fueron favorables al final del ciclo para la expresión de enfermedades, se observaron daños significativos de pudrición de la mazorca causado por *Fusarium Graminearum*, *F. moniliforme* y *Gibberella.*, de todas formas no llegó a influir en el rendimiento.

- Las estrategias de manejo de malezas fueron eficientes para controlar las especies presentes en el lote y disminuir la competencia con el cultivo.
- El control de plagas principales en maíz como ser *Spodoptera frugiperda* fue eficiente con la utilización de eventos transgénicos como ser el VT 3PRO.

Las dificultades y problemáticas que se presentaron a lo largo del ciclo del cultivo, han contribuido a la formación de un criterio necesario para la toma de decisiones futuras. El trabajo realizado en esta pasantía fue de gran valor ya que me permitió afianzar los conocimientos adquiridos a través del cursado de la carrera y adquirir experiencia en el manejo del cultivo de Maíz.

Opinión del Asesor:

La pasante alumna Yamila Evelin Vicentin Bosch se ha desarrollado con total solvencia tanto en el campo teórico disciplinar como en las aplicaciones prácticas a campo. Además de tener buena predisposición y contracción al trabajo tuvo buenas relaciones interpersonales con la Empresa.

Ing. Agr. (Mgter) Celsa Noemi Balbi

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, F.H. y Sadras, V.O 2000. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Ed. Médica Panamericana, Balcarce, p. 443.

Bruniard, E., 2000. Los regímenes climáticos y la vegetación natural. Aportes para un modelo fitoclimático mundial. Academia Nacional de Geografía. Publicación Especial Nº 16. Buenos Aires, Argentina. 79 págs.

Cirilo A. G. 2004. Manejo de la densidad y distancia entre surcos. IDIA XXI. Año IV Nº 6 128-133 pp.

Calidad ambiental – Calidad del suelo. Determinación de fósforo extraíble en suelos. Parte 1 . Método Bray Kurtz 1 modificado (Extracción con solución de fluoruro de amonio- ácido clorhídrico) NORMA IRAM-SAGyP 29570-1: 1º Edición 2010

Frioni, Lillian. Microbiología: básica, ambiental y agrícola. 1ª ed. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora, 2011.

Fuentes Godo P. Quant. Bermúdez J. 1971 “Método para medir la Mineralización del Carbono en el suelo” Actas de la 6ta Reunión Argentina de la Ciencia del suelo. Córdoba. P.79.87

F. DAMIANO, M. T. (2000). *PREDICCIÓN DEL AGUA DISPONIBLE USANDO FUNCIONES DE PEDOTRANSFERENCIA EN SUELOS AGRÍCOLAS DE LA REGIÓN PAMPEANA*. INTA Castelar, Buenos Aires.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. (<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>) [Fecha de búsqueda: 18/10/2009].

Guevara, E. (s.f.). *La simulación del desarrollo, crecimiento y rendimiento en maíz*. INTA EEA Pergamino.

Guía técnica Dekalb campaña 2015-2016

H.Eyhérbide, I. A. (s.f.). *Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz*. INTA Pergamino.

JACKSON, M.L. 1964. Análisis Químico de Suelos, 3ª Edición, Omega, Barcelona.

Liborio Balota, E.; M. Kanashiro; A. Colozzi Filho; D. Souza Andrade; R.P. Dick. 2004. Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in Sub

Liu, W.; M. Tollenaar; G. Stewart and W. Deen. 2004. Within-row plant spacing variability does not affect corn yield. Agron. J. 96: 275-280.

MAGPyA. 2009. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
(<http://www.sagpya.mecon.gov.ar>)

MAGPyA. 2010. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
(<http://www.sagpya.mecon.gov.ar>)

Ostinelli, C. D. (2010). *Carbono Orgánico del Suelo por Walkley y Black evaluación de dos escalas de trabajo*. INTA Instituto de suelo CIRN CC25 Castelar.

USDA, 2010. United States Department of Agriculture.
<http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>. [Fecha de búsqueda: 15/09/2010].

Page, P.A, Hiller, R. H. and D. R. Keeney, 1982. Methods of soil analysis. Series Agronomy N° 9, Part 2, Soil Sei. Soc. Am, Madison, Wisconsin, EUA

PAGE, A.L. 1982. (Ed.) Methode of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd. De Agronomy Series 9 ASA SSSA, Madison, Wis. USA.

Tropical Agro-Ecosystems. Brazilian Journal of Microbiology (2004), 35: 300-306

Vanhie, M; Deen, W.; Lauzon, J. and Hooher, D. 2015. Effect of increasing levels of maize (*Zea mays* L.) residue on no-till soybean (*Glycine max* Merr.) in Northern production regions: A review. Soil and Tillage Research. 150 (2015) 201-210.