



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PASANTÍA

Título: “Seguimiento de Vicia (*Vicia villosa*), Avena (*Avena strigosa*) y Nabo Forrajero (*Raphanussativus*) como cultivos de servicio”.

Pasante: Zapata, Nahuel.

Asesor: Ing. Agr. (Mgter) Celsa N. Balbi.

Año 2021

Índice:

Introducción.....	Pág. 3
Objetivos.....	Pág. 6
Caracterización del lugar	
Ubicación.....	Pág. 7
Caracterización climática del lugar.....	Pág. 7
Caracterización edáfica del lugar.....	Pág. 9
Descripción de las actividades desarrolladas	
Preparación del lote.....	Pág. 10
Siembra.....	Pág. 11
Control de malezas.....	Pág. 13
Evolución de biomasa y cobertura.....	Pág. 13
Determinación de agua en el perfil del suelo....	Pág. 20
Monitoreo de plagas	
Malezas.....	Pág. 31
Insectos.....	Pág. 32
Secado del cultivo de servicio.....	Pág. 33
Conclusión.....	Pág. 35
Bibliografía.....	Pág. 36

Introducción:

Tradicionalmente los cultivos son sembrados para ser cosechados. Sin embargo, en los últimos años la siembra de cultivos para otros fines ha cobrado especial relevancia. Los cultivos empiezan a ser sembrados con objetivos variados que en general se pueden asociar a un servicio ecosistémico (SE) a un suelo deteriorado, como ser: la protección contra la erosión (cultivos de cobertura; CC); la incorporación de materia orgánica (abonos verdes; AV); la retención de nutrientes; la incorporación de N vía fijación atmosférica (con leguminosas); la descompactación del suelo; el consumo de agua para disminuir las napas; la cobertura del suelo para reducir la evaporación; la reducción de malezas por competencia y hasta la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Las funciones son muchas y diversas, pero apuntan a proveer uno o varios SE de interés. Por ello se los denominan “cultivos de servicio” (CS) e incorporarlos al marco teórico de los SE, cambiando el paradigma de la revolución verde centrado en el cultivo, a un nuevo paradigma agrícola centrado en el ecosistema y sus servicios. La clave del éxito de los cultivos de servicios será la utilización de la energía no interceptada por los cultivos de cosecha para canalizarla hacia nuevos SE distintos al de provisión de alimentos. Este nuevo paradigma exige nuevas líneas de investigación agronómica, con fuertes bases en ecología de ecosistemas, por ejemplo, en el manejo y desarrollo de especies (y mezclas de especies) para mejorar la producción de raíces, el consumo y eficiencia en el uso del agua, la fijación biológica de N, la habilidad competitiva y la captación de nutrientes (Piñeiro, 2018).

En la actualidad los cultivos de cobertura invernales (CCI) tienen un papel muy importante en la agricultura extensiva, debido a que brindan condiciones favorables para la implantación y desarrollo de los cultivos estivales (Pound, 1997).

Por definición un CC es una cobertura vegetal viva, temporal o permanente, que cubre el suelo y que se cultiva solo o en asociación con otros cultivos. Dichos cultivos son una herramienta insustituible para mantener altos rendimientos en los cultivos agrícolas, contribuyendo de esa manera a la sustentabilidad de todo el sistema. Su inclusión en la rotación debe estar relacionada con los objetivos y limitantes presentes en cada lote, por lo que no es recomendable seguir una receta sino establecer estrategias particulares para cada caso (Alessandria, 2013).

Los CC se siembran entre dos cultivos de cosecha con el objeto de aumentar el aporte de carbono, disminuir la lixiviación de nitratos, reducir la compactación y aumentar la cobertura; no se incorporan, ni se pastorean ni cosechan (Restovichet

al., 2006); prevenir la erosión edáfica, disminuir el escurrimiento superficial, mejorar la estructura y el nitrógeno del suelo (Price et al., 2012).

Con respecto al control de la erosión, varias gramíneas de invierno, permiten la protección de los suelos evitando procesos erosivos y podrían incluirse entre cultivos consecutivos de soja para incrementar los aportes de C a los sistemas productivos y así aportar al mantenimiento de la materia orgánica (Alvarezet al., 2006; Alvarez y Scianca, 2006).

En relación con la MO se sabe que los cultivos de cobertura inciden tanto sobre su cantidad como sobre su calidad. Esta MO contribuye considerablemente en la formación de estructura del suelo, aumenta la estabilidad, disminuye la susceptibilidad a la compactación, la densidad aparente máxima y mejora la macroporosidad, con lo cual se facilita la entrada y movimiento del agua en el suelo y por ende la conductividad hidráulica (Galarza et al., 2010).

Por otro lado, existe un creciente interés en el uso de los CC debido a que estos favorecen el manejo otoñal temprano de malezas (Price et al., 2012). Así, los CC retrasan la germinación y emergencia de malezas debido a que el residuo que dejan en superficie disminuye la temperatura en la superficie del suelo y a su vez suprimen su crecimiento posterior a través del proceso de competencia por recursos.

La inclusión del CS interrumpe el ciclo de plagas y enfermedades que atentan contra el rendimiento de los cultivos. Favorece el corte del ciclo y la reducción poblacional de las plagas específicas de cada cultivo, a la vez que evita el uso reiterado de ciertos agroquímicos (causantes de generación de resistencia).

Esta fuente adicional de residuos vegetales favorece la captación del agua de lluvia durante el barbecho y primeros estadios de los cultivos estivales, reducen el impacto de las gotas de lluvia en intensidades altas de precipitaciones; por medio de sus raíces generan canales conduciendo a aumentar las tasas de infiltración (Carfagnoet al.; 2008). A su vez, la presencia de raíces conduciría a una mayor estabilidad de los agregados a través de la secreción de sustancia agregantes y mediante el entramado de raíces (Varela et al., 2010).

Los CC además de ofrecer protección física al suelo, capturan los nitratos (NO-3) y lo incorporan a su biomasa (Boccoliniet al., 2010), minimizando su lixiviación durante el largo periodo de barbecho que tiene lugar entre cultivos de verano (marzo-octubre), principalmente en suelos de granulometría más gruesas (Fernández et al., 2005) reduciendo la disponibilidad de nitrógeno (N) a la siembra de los cultivos estivales. Finalmente, la descomposición y posterior mineralización

de los residuos de los CC entrega el N durante el ciclo de los cultivos estivales (Boccoliniet al., 2010).

Otra utilidad de los CC es la depresión de la napa freática en aquellos suelos donde la presencia de napa está muy cercana a la superficie, los CC pueden mejorar esta situación consumiendo agua en los primeros centímetros del perfil mejorando la transitabilidad de los suelos en períodos húmedos (Álvarez y Scianca, 2006). En ambientes con excesos hídricos, la desecación del perfil provocada por dichos cultivos contribuye a reducir las condiciones de anaerobiosis que favorecen la desnitrificación y las consiguientes pérdidas de N.

La inclusión de las especies nombradas como cultivo (CC) presenta múltiples beneficios en los sistemas de producción actuales ya que permite la fijación biológica de nitrógeno atmosférico que puede ser utilizado por el cultivo que sigue en la rotación, favorece el control de malezas, previene la erosión del suelo, mejora el balance de carbono y las condiciones estructurales del suelo. A pesar de los múltiples beneficios que los CC aportan al sistema de producción, pueden tener efectos adversos con un manejo inadecuado. La inclusión de estos cultivos agrega una variable más a considerar y manejar, e implica costos adicionales tales como semilla, siembra y fertilización.

Objetivos:

- Adquirir experiencia y realizar entrenamiento de práctica profesional para cultivos de servicio en sistemas de producción agrícola.
- Desarrollar conocimientos adquiridos en la facultad.
- Realizar el seguimiento de agua de suelo, biomasa, cobertura de los diferentes cultivares como cultivo de servicio sembrados en un mismo lote, a fin de apreciar las bondades de los mismos en el sistema suelo- planta y de producción.

Caracterización del lugar

- **Ubicación**

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, situado sobre Ruta Nacional N° 12, Km 1031, Corrientes, Provincia de Corrientes (Figura 1).



Figura 1: Parcela en la que se realizó el cultivo de servicio.

- **Caracterización climática del lugar de estudio**

El clima de la zona de trabajo es subtropical sin estación seca, por presentar temperaturas cálidas en la mayor parte del año, con temperaturas del mes más frío entre 0 °C y 18 °C y del mes más cálido con promedios mensuales superiores a los 22 ° C (Bruniard, 2000).

La temperatura media anual de Corrientes Capital es de 21,3°C. Si bien se desarrollan las cuatro estaciones del año, por su clima subtropical en relación con

la latitud, los meses de otoño e invierno son más breves. Las temperaturas más altas en verano pueden llegar a ubicarse entre 35° y 40° (*Bruniard, 2000*). En invierno suelen producirse algunas heladas más fuertes en el sur que en el norte de la Provincia.

El Dpto. Capital de la Provincia de Corrientes donde se llevó a cabo esta pasantía, se encuentra en la línea de isoterna de 22°C (Figura 2), (*Bruniard, 2000*).

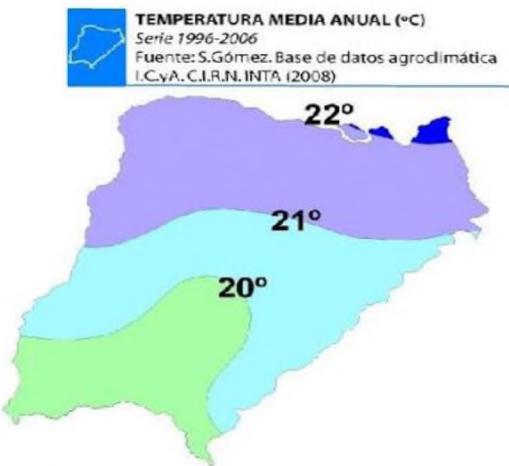


Figura 2: Distribución de Isotermas, Provincia de Corrientes.

El régimen de precipitaciones es regular. Los promedios anuales en toda la Provincia oscilan entre los 1.100 y 1.900 mm (*Bruniard, 2000*). En la Figura 3 se observa la distribución de las isohietas, destacándose que las precipitaciones decrecen de nordeste a sudoeste. Particularmente, el Departamento Capital (Corrientes) se encuentra ubicado entre las isohietas de 1.300 y 1.400 mm.

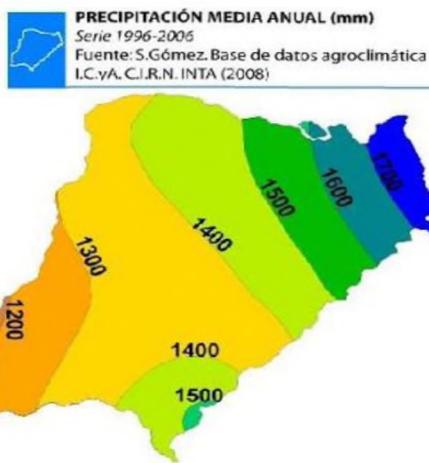


Figura 3:Distribución de Isohietas, Provincia de Corrientes.

- **Caracterización edáfica del lugar de estudio**

El suelo del sitio de experimentación ha sido clasificado como Entisol del subgrupo Udipsamentárgico, perteneciente a la serie de Ensenada Grande, se encuentra ubicado en la loma, presenta textura en superficie arenosa-franco y en la sub superficie textura franco arcillo arenosa, por lo que es susceptible a erosión hídrica como primer condicionante para el manejo y en segundo lugar susceptible a erosión eólica (*Escobar et al., 1994*).

En cuanto a la génesis y taxonomía de los suelos, se clasifica el régimen térmico como hipertérmico por poseer una temperatura media de suelo (a 50 cm) anual superior a 22°C y una amplitud térmica anual mayor de 5°C. El régimen hídrico se caracteriza como údico, el perfil del suelo no se seca por más de 90 días consecutivos, en la zona de las raíces y ácuico, haciendo referencia a aquellos suelos que permanecen varios días bajo condiciones de inundación (*Escobar et al., 1994*).

Esta serie representa a los suelos de las lomadas rojizas, del cordón arenoso de Capital - Itatí, siendo las áreas de mayor altura, de ahí que sean muy utilizadas para agricultura, fruticultura y horticultura, con características de minifundio y para forestación. Son suelos de excelentes condiciones físicas, pero realmente baja fertilidad natural. Poseen bajos tenores de

materia orgánica (en general no llega al 1%) y de bases de cambio (0,44 a 7,60 meq.). Su baja fertilidad natural y susceptibilidad a la erosión, ubica a éstos suelos en Subclase II e y III e (*Escobar et al., 1994*).

Las condiciones climáticas de la Prov. de Corrientes, con lluvias abundantes y altas temperaturas, someten a los suelos a una continua edafización que induce a la formación de suelos ácidos, reflejados en sus horizontes eluviales y en los subyacentes. El área de estudio no escapa a estas premisas, aún más, considerando su ubicación en el extremo norte de la provincia (*Escobar et al., 1994*).

Descripción de las actividades desarrolladas

- 1. Preparación del lote**
- 2. Siembra**
- 3. Control de malezas**
- 4. Evolución de biomasa y cobertura**
- 5. Determinación de agua en el perfil del suelo**
- 6. Monitoreo de plagas**
- 7. Secado del cultivo**

1. Preparación del lote

El ensayo se llevó a cabo en un lote con antecesor maíz temprano. La preparación comenzó en el mes de abril con un control químico de malezas mediante el uso de glifosato Roundup FULL II a una dosis equivalente a 2,5 litros por hectárea, la aplicación se hizo con una mochila pulverizadora perteneciente al campo experimental.

Luego se llevó a cabo el diseño de las parcelas. Para ello se dividió al lote en tres parcelas de igual tamaño entre sí para los respectivos cultivos quedando dichas parcelas una al lado de la otra (Figura 4).



Figura 4:Diseño de las parcelas de los distintos cultivos de servicio.

2. Siembra

El día 15 de mayo se la realizó la siembra mediante sistema de siembra directa, para vicia y avena, con una máquina sembradora experimental marca SEMEATO (Figura 5), propiedad del INTA Corrientes, con distanciamiento entre líneas de 0,20 m. a una profundidad de 3 cm. y para nabo forrajero la siembra se realizó mediante sistema de siembra al voleo. El suelo se encontraba en condiciones óptimas de humedad.



Figura 5: Siembra del cultivo de servicio.

La densidad de semillas sembradas fue el equivalente de 25 kg/ha para vicia, 40 kg/ha para avena y 10 kg/ha para nabo forrajero según el catálogo de FORRATEC ARGENTINA S.A, empresa de donde se adquirieron las semillas para dicho ensayo (Figura 6, 7 y 8).



Figura 6: Semilla de avena strigosa.



Figura 7: Semilla de vicia villosa.

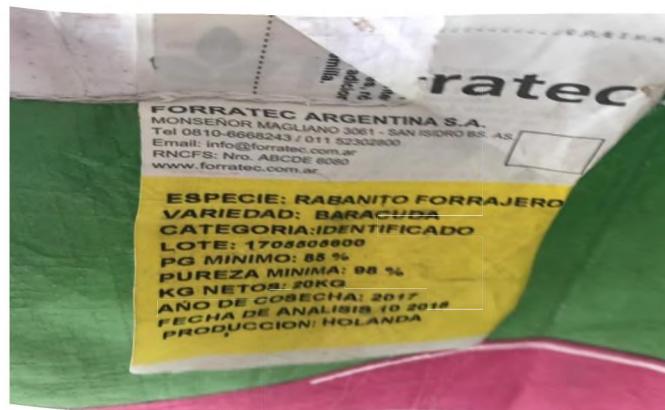


Figura 8: Semilla de rabanito forrajero.

3. Control de malezas

El mismo día, al terminar la siembra, se hizo una pulverización con glifosato (figura 9) y metsulfurón (Figura 10). La mezcla se realizó con la finalidad de que el glifosato controle las malezas que se encontraban emergidas y el metsulfurón, que nos da residualidad, para controlar las posteriores de emergencias de malezas latifoliadas y algunas gramíneas, de esta forma me aseguro de que el cultivo crezca y se desarrolle sin competencia con malezas.

Las dosis de glifosato fue el equivalente a 2 L/ha y metsulfurón 7 g/ha.



Figura 9y 10: Herbicidas para el control de malezas.

4. Evolución de biomasa y cobertura

Para la determinación de biomasa se hicieron 4 fechas de muestreos durante el ciclo del cultivo hasta alcanzar el 10% de floración (momento en el que se procedió a secar el cultivo de servicio) y para cada fecha se tomaron 3 muestras. En cada toma de muestra se hicieron para avena y vicia, tres cortes de 30 cm lineales (al azar) en el que cada corte representa 0,06 m², mientras que para nabo forrajero se utilizó un aro de 0,56 cm de diámetro que representa ¼ m². Las muestras eran colocadas en sobres de papel y llevadas a secar en estufa a 60 °C durante 72 horas. Luego se determinaba el peso seco en el área muestreada y con estos datos se calculó la biomasa producida en kg/ha (Tabla 1, 2 y 3).

Tabla 1: Biomasa aérea (kg/ha) de vicia en distintos días después de la emergencia.

DÍAS DESPUÉS DE LA EMERGENCIA (DDE)	MUESTRA VICIA	KG/HA	PROMEDIO
28 (18/06/2019)	1	150,4	149,6
	2	136	
	3	162,4	
48 (08/07/2019)	1	316,8	306,93
	2	272,4	
	3	331,6	
77 (06/08/2019)	1	1777,2	1643,67
	2	1515,6	
	3	1683,2	
95 (24/08/2019)	1	3263,6	3420,27
	2	3642,8	
	3	3354,4	

Tabla 2: Biomasa aérea (kg/ha) de avena en distintos días después de la emergencia.

DÍAS DESPUÉS DE LA EMERGENCIA (DDE)	MUESTRA AVENA	KG/HA	PROMEDIO
28 (18/06/2019)	1	270	210
	2	160	
	3	200	
48 (08/07/2019)	1	183,33	572,78
	2	778,33	
	3	756,67	
77 (06/08/2019)	1	3335	3943,33
	2	4075	
	3	4420	
95 (24/08/2019)	1	4613,33	4717,78
	2	4620	
	3	4920	

Tabla 3: Biomasa aérea (kg/ha) de nabo forrajero en distintos días después de la emergencia.

DÍAS DESPUÉS DE LA EMERGENCIA (DDE)	MUESTRA NABO F	KG/HA	PROMEDIO
28 (18/06/2019)	1	140,8	110,67
	2	111,6	
	3	79,6	
48 (08/07/2019)	1	754	453,6
	2	330,4	
	3	276,4	
77 (06/08/2019)	1	602,8	557,2
	2	647,6	
	3	421,2	
95 (24/08/2019)	1	640,8	657,2
	2	734	
	3	596,8	

En el siguiente gráfico (Figura 11) se demuestran cómo los distintos cultivos fueron ganando biomasa aérea. Podemos observar que a los 95 días después de la emergencia nabo forrajero es el cultivo con menor ganancia de biomasa, seguido de vicia en segundo lugar, mientras que avena fue el que mayor ganancia de biomasa obtuvo.

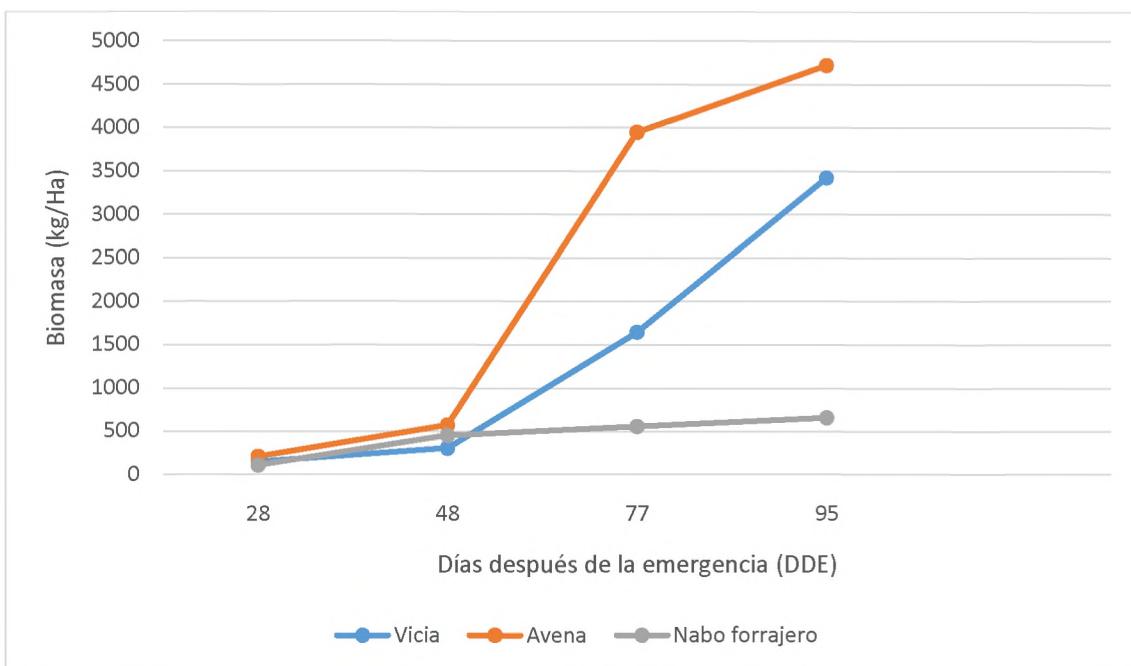


Figura 11: Biomasa aérea (kg/ha) de vicia, avena y nabo forrajero en distintos momentos después de la emergencia.

Determinación de cobertura

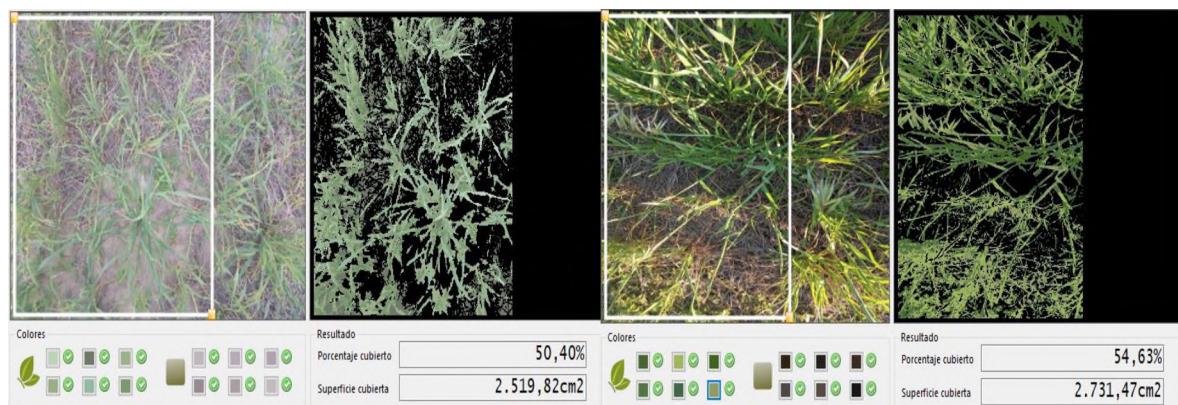
La cobertura fue evaluada con CobCal, un software que permite calcular de forma rápida, sencilla y eficaz, el porcentaje y la superficie cubierta por un cultivo,

rastrojo, maleza, o manchas de enfermedad. CobCal (Figura 12, 13 y 14) está basado en colorimetría, utiliza como entrada fotos digitales de la superficie muestreada.

Los datos de cobertura presentados a continuación son promedios de cada cultivo (Tabla 4, 5 y 6).

Tabla 4: Valores promedios de cobertura en el cultivo de avena en distintas fechas.

FECHA	CULTIVO	COBERTURA (%)
11/07/2019	Avena	50,40
06/08/2019	Avena	54,63
28/08/2019 (secado)	Avena	57,76



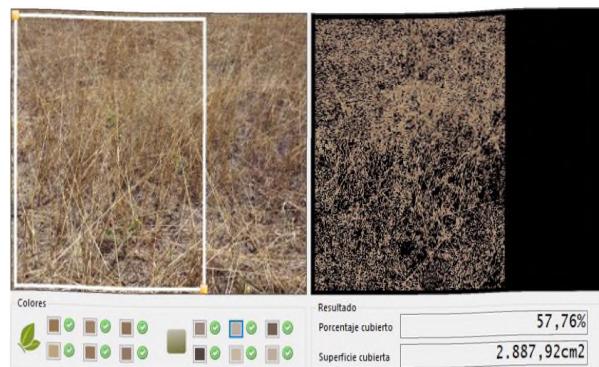
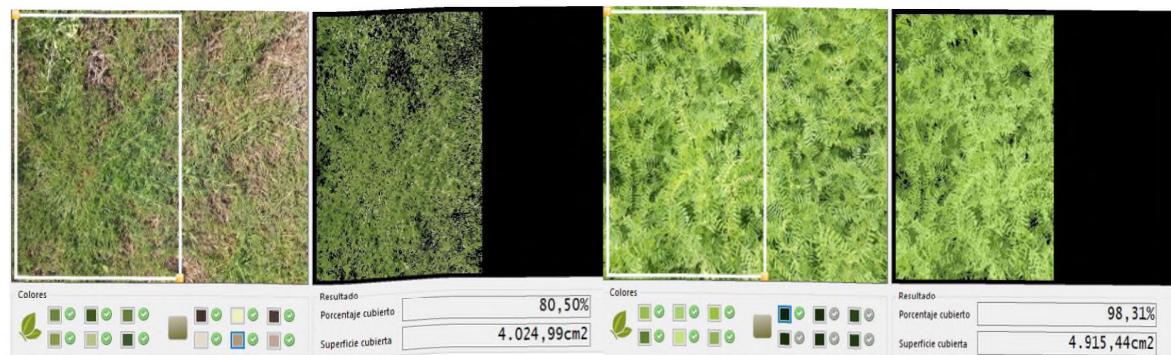


Figura 12: Cálculo de cobertura del cultivo de avena en distintas fechas con Cobcal.

Tabla 5: Valores promedios de cobertura en el cultivo de vicia en distintas fechas.

FECHA	CULTIVO	COBERTURA (%)
11/07/2019	Vicia	80,50
06/08/2019	Vicia	98,31
28/08/2019 (secado)	Vicia	94,65



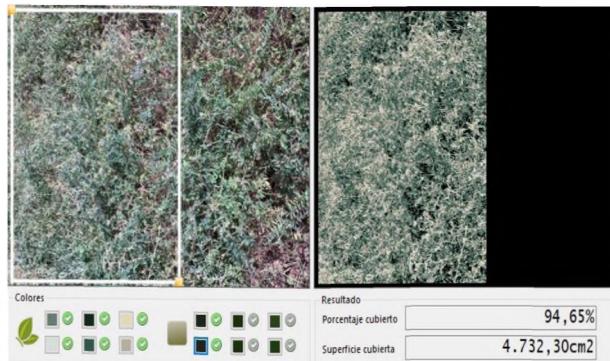


Figura 13: Cálculo de cobertura del cultivo de vicia en distintas fechas con Cobcal.

Tabla 6: Valores promedios de cobertura en el cultivo de nabo forrajero en distintas fechas.

FECHA	CULTIVO	COBERTURA (%)
11/07/2019	Nabo forrajero	36,76
06/08/2019	Nabo forrajero	65,77
28/08/2019 (secado)	Nabo forrajero	17,04

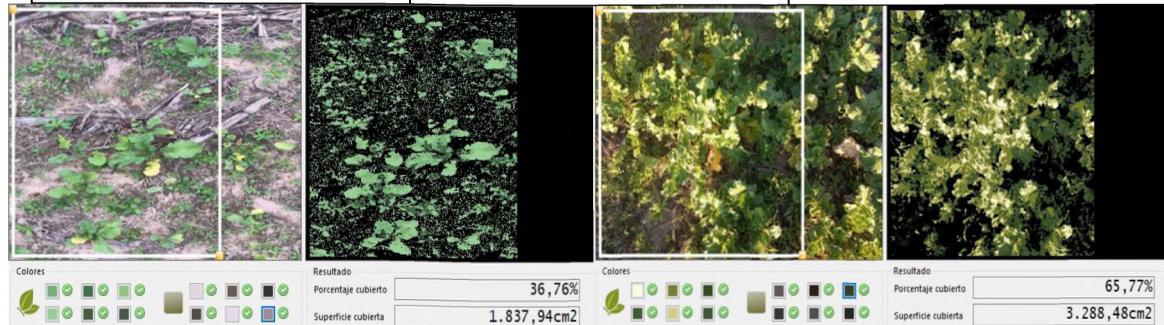


Figura 14: Cálculo de cobertura del cultivo de nabo forrajero en distintas fechas con Cobcal.

5. Determinación de agua en el perfil del suelo.

El consumo durante el período invernal puede afectar la oferta normal de agua para el siguiente cultivo, esto dependerá de la capacidad de retención de agua útil al momento de la siembra, del consumo del CS y de las precipitaciones de la zona y del año en particular. Especies de rápido crecimiento mejoran la Eficiencia de Uso del Agua (EUA), ya que cubren el suelo rápidamente, evitando pérdidas de agua por evaporación directa desde el suelo. Por lo tanto, es importante elegir especies que tengan la mayor producción de materia seca (MS) con el menor consumo de agua, es decir con alta EUA. Así, los CS que consiguen producir mayor cantidad de MS en forma anticipada, permiten adelantar su secado, lo que beneficia a los cultivos estivales, con un mayor aprovechamiento de las precipitaciones que ocurren al principio de la primavera (*Fernández et al, 2005*). Aquí se hace necesario aclarar el concepto de costo hídrico, siendo la diferencia entre los contenidos hídricos de la cobertura en relación al barbecho convencional. Este está expuesto a pérdidas de agua por drenaje y evaporación, lo cual remarca la ineficiencia de los barbechos convencionales para almacenar el agua de las precipitaciones (*Fernandez et al, 2007*). No obstante, en muchos casos, la mayor infiltración y menor evaporación del agua caída luego del secado del cultivo de servicio, hacen que la humedad acumulada a la siembra del cultivo siguiente sea igual a la situación de barbecho.

Debido a la dificultad para determinar el punto de marchitez permanente (PMP) en los cultivos para poder realizar la medición de agua útil, se optó por determinar agua total en el perfil del suelo y se realizó en tres momentos: antes de la siembra, previo a la floración y después del secado del cultivo.

El muestreo se realizó con un barreno hasta 1,40 m de profundidad en capas de 0,20 m. Las muestras eran colocadas en bandejas de aluminio (taradas previamente) y se determinaba el peso húmedo, después de 72 horas en estufa a 80°C se determinaba el peso seco. Luego se calculó el contenido de agua en milímetros (Tablas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).

Primer muestreo realizado en la fecha 14/05/2019.

Tabla 7:Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de avena.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	42,01	40,04	3,64	5,41	1,54	16,66
20-40	43,53	41,60	3,67	5,09	1,54	15,68
40-60	51,89	50,23	3,70	3,58	1,54	11,03
60-80	65,36	60,39	3,67	8,76	1,54	26,98
80-100	89,94	82,23	3,60	9,81	1,54	30,21
100-120	54,04	50,79	3,60	6,89	1,54	21,22
120-140	48,36	46,95	3,62	3,25	1,54	10,01

Tabla 8:Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de vicia.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	52,61	51,30	4,48	2,80	1,54	8,62
20-40	48,50	47,55	4,57	2,21	1,54	6,81
40-60	78,92	72,23	4,87	9,93	1,54	30,58
60-80	60,42	56,84	4,72	6,87	1,54	21,16
80-100	60,82	57,51	4,98	6,30	1,54	19,40
100-120	57,83	55,20	4,57	5,19	1,54	15,99
120-140	62,03	59,25	4,62	5,09	1,54	15,68

Tabla 9: Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de nabo forrajero.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	58,93	55,60	4,71	6,54	1,58	20,67
20-40	73,31	66,30	5,64	11,56	1,58	36,53
40-60	76,55	68,00	4,65	13,50	1,58	42,66
60-80	80,21	69,49	5,59	16,78	1,58	53,02
80-100	77,95	67,97	4,71	15,78	1,58	49,86
100-120	80,84	70,35	5,55	16,19	1,58	51,16
120-140	75,73	65,97	5,56	16,16	1,58	51,07

Segundo muestreo realizado en la fecha 03/08/2019.

Tabla 10: Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de avena.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	69,58	64,28	5,62	9,04	1,54	27,84
20-40	67,49	61,93	5,51	9,85	1,54	30,34
40-60	110,33	97,23	5,61	14,30	1,54	44,04
60-80	89,90	76,72	5,73	18,57	1,54	57,20
80-100	70,28	60,76	4,66	16,97	1,54	52,27
100-120	79,86	69,91	5,64	15,48	1,54	47,68

120-140	72,50	63,26	5,59	16,02	1,54	49,34
---------	-------	-------	------	-------	------	-------

Tabla 11:Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de vicia.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	73,26	67,23	3,64	9,48	1,54	29,20
20-40	69,73	60,84	3,61	15,53	1,54	47,83
40-60	86,88	75,73	3,63	13,89	1,54	42,78
60-80	99,00	85,44	3,57	16,56	1,54	51,00
80-100	95,18	81,47	3,68	17,62	1,54	54,27
100-120	81,67	71,70	3,71	14,66	1,54	45,15
120-140	64,95	57,31	3,64	14,24	1,54	43,86

Tabla 12:Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de nabo forrajero.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	73,28	67,94	5,44	8,54	1,58	26,99
20-40	132,84	119,33	5,55	11,87	1,58	37,51
40-60	71,26	63,94	5,63	12,55	1,58	39,66
60-80	89,21	78,23	5,52	15,10	1,58	47,72
80-100	99,94	84,61	5,63	19,41	1,58	61,34
100-120	96,45	83,18	5,54	17,09	1,58	54,00
120-140	115,35	100,03	5,63	16,23	1,58	51,29

Tercer muestreo realizado en la fecha 28/08/2019.

Tabla 13: Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de avena.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	61,89	56,11	5,62	11,45	1,54	35,27
20-40	56,00	51,78	5,51	9,12	1,54	28,09
40-60	99,04	88,25	5,61	13,04	1,54	40,16
60-80	67,77	58,66	5,73	17,21	1,54	53,01
80-100	72,22	61,40	4,66	19,07	1,54	58,74
100-120	74,15	63,97	5,64	17,45	1,54	53,75
120-140	65,76	56,85	5,59	17,38	1,54	53,53

Tabla 14: Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de vicia.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	81,49	74,90	4,71	9,39	1,54	28,92
20-40	69,39	63,97	5,61	9,29	1,54	28,61
40-60	99,04	88,24	5,52	13,08	1,54	40,29
60-80	76,21	66,30	4,75	16,10	1,54	49,59
80-100	76,71	67,19	5,59	15,45	1,54	47,59
100-120	78,67	69,00	5,54	15,24	1,54	46,94
120-140	69,11	60,85	5,65	14,96	1,54	46,08

Tabla 15: Determinación de agua total hasta 140 cm de profundidad en el cultivo de nabo forrajero.

PROFUNDIDAD (cm)	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	TARA (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	LÁMINA ACTUAL (mm)
0-20	60,10	55,50	5,44	9,19	1,58	29,04
20-40	88,76	80,00	5,55	11,77	1,58	37,19
40-60	58,38	52,88	5,63	11,64	1,58	36,78
60-80	79,00	69,43	5,52	14,97	1,58	47,31
80-100	78,06	66,60	5,63	18,80	1,58	59,41
100-120	78,30	68,51	5,54	15,55	1,58	49,14
120-140	69,70	60,69	5,63	16,36	1,58	51,70

Los datos de las tablas de los tres cultivos en las diferentes fechas se interpretan en los siguientes gráficos.

Este gráfico (Figura 15) corresponde al cultivo de avena, se puede observar que la disponibilidad de agua antes de la siembra (14/5/2019) es inferior en todas las profundidades muestreadas. Luego de implantarse el cultivo, éste fue acumulando agua en todas las profundidades notándose la mayor cantidad de mm acumulados a la profundidad de los 100 cm luego de secar el cultivo (28/8/2019).

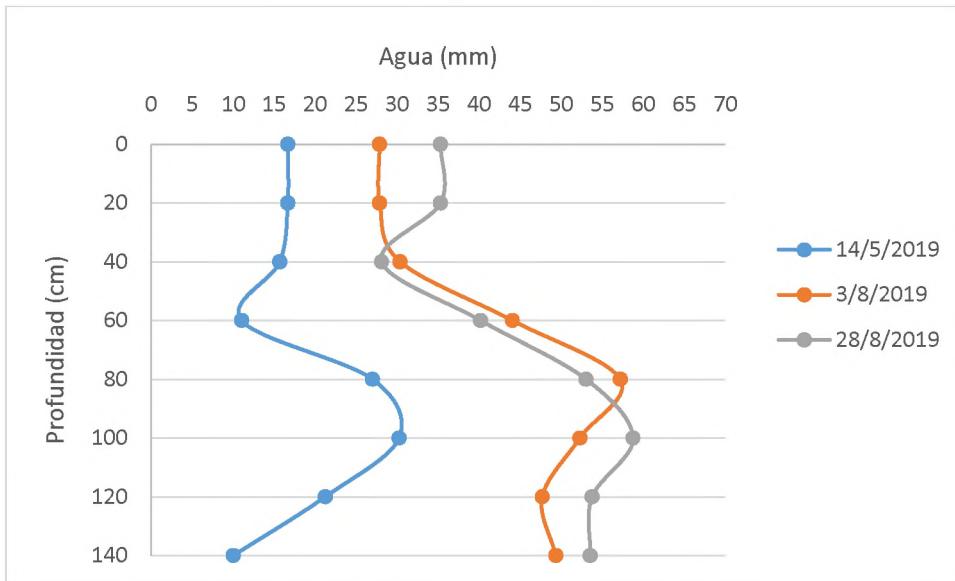


Figura 15: Disponibilidad de agua en el perfil del suelo a lo largo del ciclo del cultivo de avena en las 3 fechas de muestreo.

Para el siguiente gráfico (Figura 16) que pertenece al cultivo de vicia, se puede observar que la disponibilidad de agua antes de la siembra (14/5/2019) es inferior en todas las profundidades muestreadas. Luego de implantarse el cultivo, éste fue acumulando agua en todas las profundidades notándose la mayor cantidad de mm acumulados a los 100 cm de profundidad mientras el cultivo estaba en desarrollo (3/8/2019)

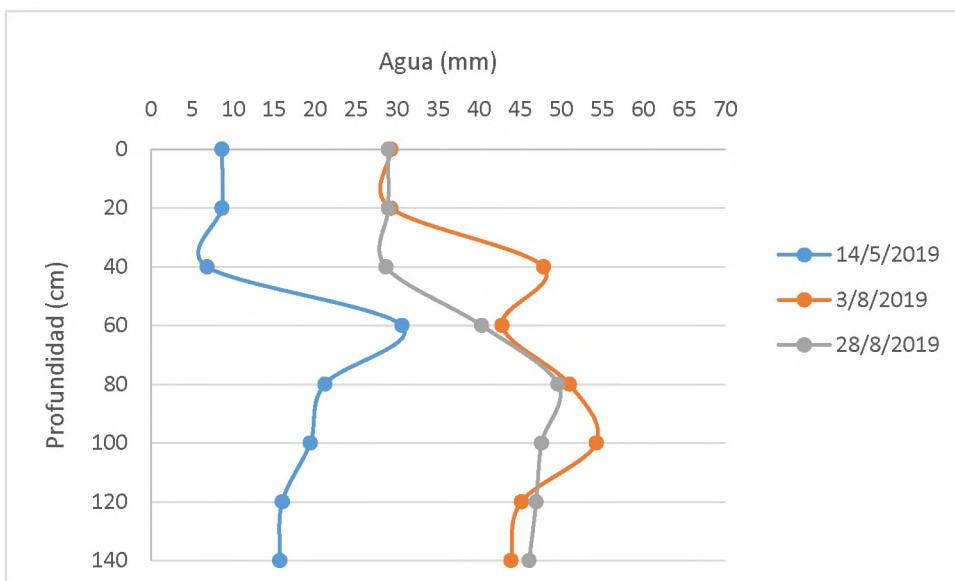


Figura 16: Disponibilidad de agua en el perfil del suelo a lo largo del ciclo del cultivo de vicia en las 3 fechas de muestreo.

Por último, el gráfico (Figura 17) que corresponde al cultivo de nabo forrajero en donde se observa que no hay diferencias muy marcadas entre las tres fechas de muestreo. La disponibilidad de agua aumenta de manera similar a lo largo de las profundidades muestreadas alcanzando la mayor cantidad de mm acumulados alrededor de los 100 cm.

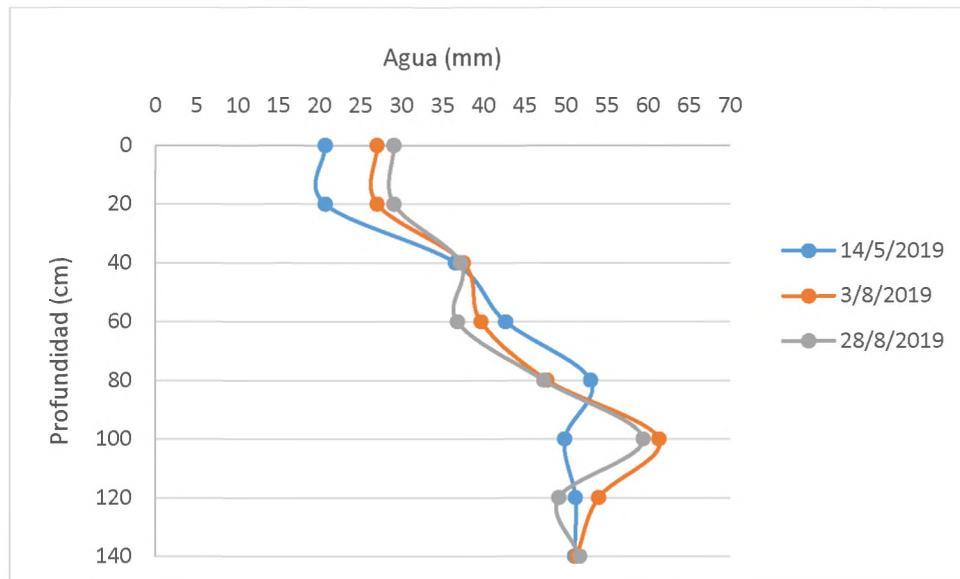


Figura 17: Disponibilidad de agua en el perfil del suelo a lo largo del ciclo del cultivo de nabo forrajero en las 3 fechas de muestreo.

En los siguientes gráficos (Figura 18, 19 y 20) se observa la disponibilidad de agua en función de la profundidad, en un mismo momento para los tres cultivos.

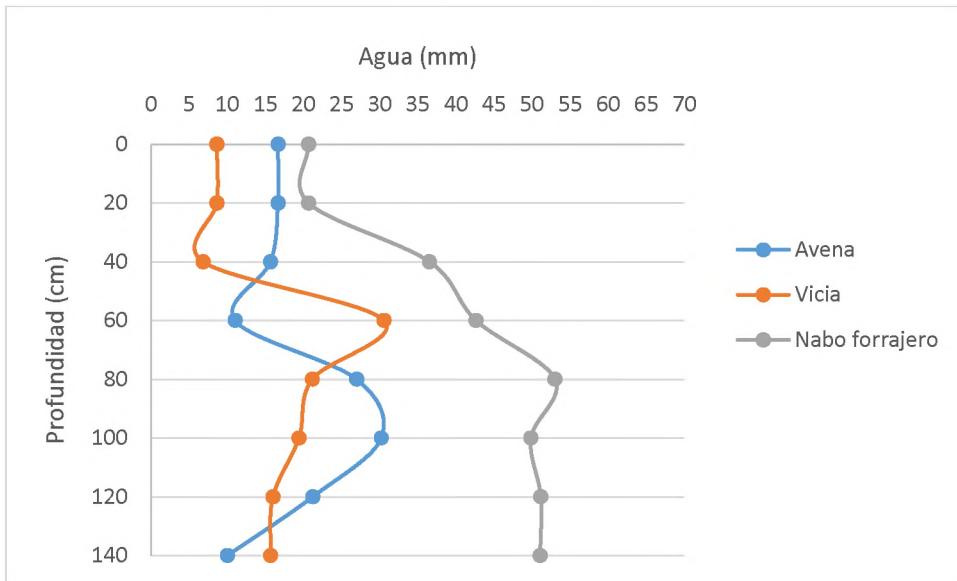


Figura 18: Disponibilidad de agua en el perfil del suelo antes de la siembra para los distintos cultivos.

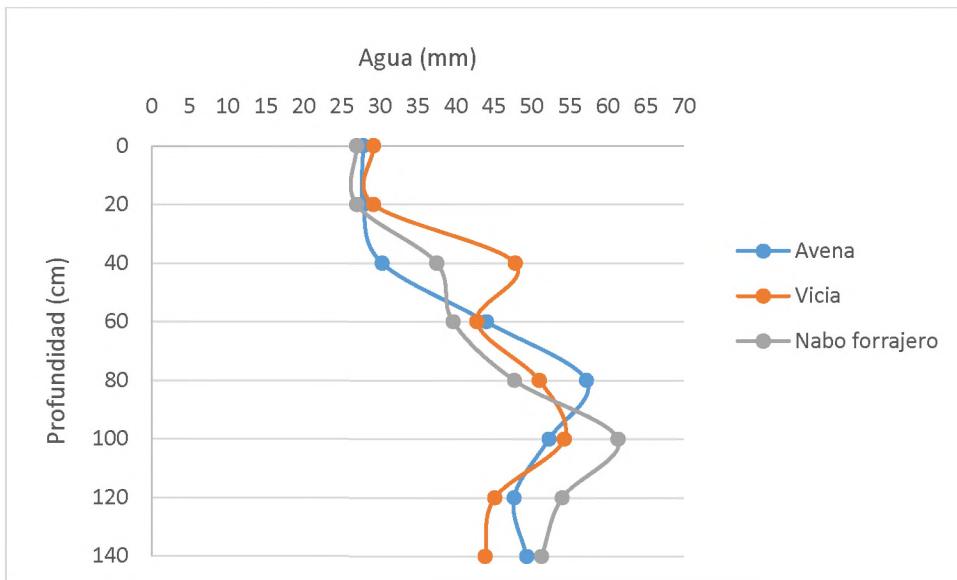


Figura 19: Disponibilidad de agua en el perfil del suelo previo a la floración para los distintos cultivos.

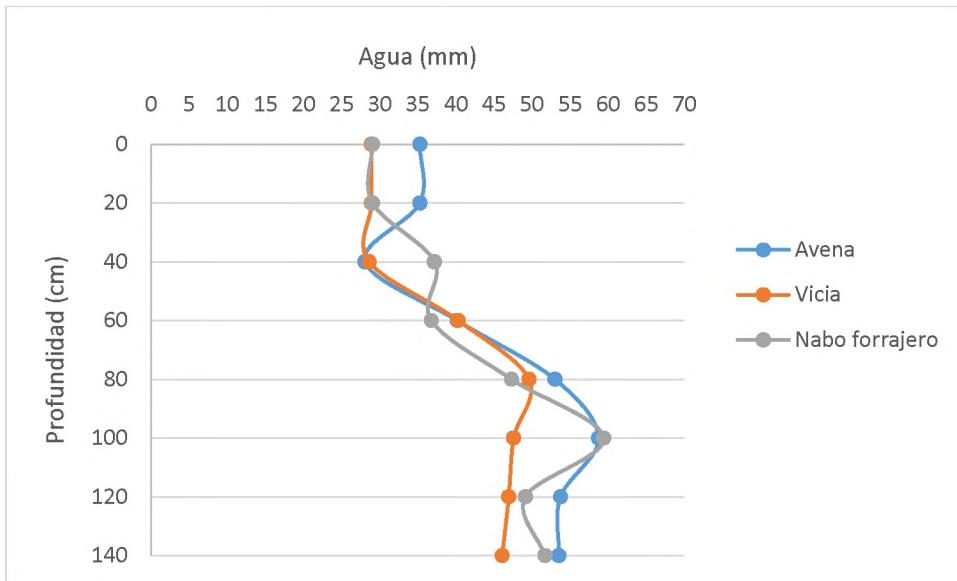


Figura 20: Disponibilidad de agua en el perfil del suelo después del secado de los distintos cultivos.

Algunas imágenes al momento de determinar la disponibilidad de agua en el perfil del suelo (Figura 21, 22y 23).



Figura 21: Barreno manual utilizado.



Figura 22: Pesada de las muestras.



Figura 23: Secado de muestras en estufa.

6. Monitoreo de plagas

MALEZAS

La incidencia nociva de las plantas indeseables, también conocidas como malezas, es uno de los mayores obstáculos a la producción agrícola del mundo.

Malezas son aquellas plantas que bajo determinadas condiciones causan daño económico.

Es bien sabido que las malezas compiten con las plantas cultivables por los nutrientes del suelo, agua y luz. Estas plantas indeseables sirven de hospederas a insectos y patógenos dañinos a las plantas cultivables. Sus exudados radicales y lixiviados foliares resultan ser tóxicos a las plantas cultivables. Las malezas también obstruyen el proceso de cosecha y aumentan los costos de tales operaciones. Además, al momento de la cosecha las semillas de las malezas

contaminan la producción obtenida. De esta forma, la presencia de las malezas en áreas cultivables reduce la eficiencia de la fertilización y la irrigación, facilita el aumento de la densidad de otras plagas y al final los rendimientos agrícolas y su calidad decrecen severamente. En cualquier sistema agrícola varias operaciones son dirigidas netamente al control de malezas. La preparación del terreno y las labores de cultivo en el ciclo de las plantas cultivables tienen como objetivo principal el combate de malezas.

Al monitoreo de malezas se lo fue haciendo durante todo el ciclo cultivo cuando se iba a hacer las diferentes actividades programadas. Al momento de la siembra el lote se encontraba prácticamente limpio, solo algunas plántulas emergidas como ser *Acicarphatribuloides* y *Cyperusspp.*, por el cual aquí se realizó el control químico mencionado anteriormente. Avena y vicia con el buen establecimiento del cultivo a 20 cm de distancia entre líneas y el herbicida residual no hubo mayores problemas de malezas, ambos cultivos crecieron y se desarrollaron prácticamente limpio. Distinto fue el caso de nabo forrajero que al no generar gran cobertura y además que fue sembrado mediante el sistema de siembra al voleo, tiempo después las malezas igualmente lograron emerger. En los monitoreo posteriores se volvió a ver solo algunas emergencias de *Acicarphatribuloides* y *Cyperusspp.*, al final del ciclo y luego del secado se vio también *Richardiasp.* (Figura 24) y *Conyzabonariensis* (Figura 25).



Figura 24: *Richardiasp.* **Figura 25:** *Conyzabonariensis*

INSECTOS

Los distintos cultivos, desde el momento de su implantación, pueden ser afectados por diferentes plagas generando importantes pérdidas en el rendimiento, si no se los detecta y controla a tiempo.

El cultivo de avena suele ser atacado por un complejo de pulgones incluidos: el pulgón verde de los cereales, el pulgón amarillo de ala vena y el pulgón de la espiga, principalmente en condiciones de frío y sequía. En el ensayo se observó en muy baja densidad la presencia del pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*) en el estado de inicio de macollaje.

El cultivo de nabo forrajero suele ser atacado por distintos coleópteros, larvas de lepidópteros, dípteros minadores, pulgones, entre otros; En el ensayo se pudo observar en muy baja densidad la presencia del pulgón de las crucíferas (*Brevicoryne brassicae*) en los primeros estadios.

En el cultivo de vicia no se han observado problemas con insectos plagas.

7. Secado del cultivo de servicio

Los momentos de siembra y secado de los cultivos de servicio son fundamentales para que no resulten limitantes del rendimiento de los cultivos principales (*Vaughan and Evanylo, 1998*) ni fomenten la pérdida de N hacia las napas (*Berntsen et al. 2006*). La información al respecto de los momentos óptimos de intervención podría ser útil para mejorar la sincronización entre la liberación y la demanda de N del cultivo de verano siguiente, ya que a diferencia de un laboreo con incorporación de los CS, bajo siembra directa la liberación de nutrientes de los residuos es más lenta. La tasa de descomposición de los CS depende de su naturaleza (composición química, relación C/N), de su volumen, de la fertilidad del suelo, del manejo de la cobertura y de las condiciones climáticas, principalmente precipitaciones y temperaturas. Estos factores influyen directamente en el metabolismo de los organismos descomponedores del suelo, principales agentes responsables por la descomposición de los residuos (*Alvarenga et al, 2007*). El número de días de crecimiento del cultivo determinará la producción de MS producida y el agua consumida. Por estos motivos resulta crucial definir correctamente el momento de supresión del CS. El productor debería restringir el crecimiento antes de que empiece el proceso de floración, siendo el momento

donde comienza un aumento importante del consumo de agua. No obstante, en zonas con excesos hídricos o donde la recarga por precipitaciones tiene una muy alta probabilidad, el secado final puede retrasarse un poco.

- **Secado mecánico.**

Una alternativa a la aplicación de herbicidas para la finalización de los CS es el rolado de los mismos. De esta manera, la inclusión de un CS y su control mecánico (rolado) final permite reducir en forma significativa las dosis y el número de aplicaciones de herbicidas. Por lo tanto estas prácticas resultan ser herramientas muy interesantes en áreas con restricciones en la aplicación de herbicidas, fundamentalmente en zonas periurbanas. Hay varios diseños de roles para tales efectos. En general constan de un cilindro de 30 a 60 cm de diámetro, el cual lleva abalonado las cuchillas de 8 a 10 cm de alto y sin filo, de manera de hacer un trabajo correcto sin provocar el corte de los tallos. Estas cuchillas dañan el tejido vascular de las plantas y provocan el secado sin cortar ni arrancar, sino mellando los tallos, minimizando los riesgos de rebrote (*Wilkins and Bellinder, 1996; Creamer and Dabney, 2002*). Esta técnica es aplicable tanto a especies gramíneas como leguminosas y otras especies. La susceptibilidad al rolado de las gramíneas es dependiente de su estado fenológico, siendo mayor mientras más avanzado esté el ciclo, aunque el período más recomendado para el secado es en antesis, minimizando así los riesgos de rebrote. Es posible que este rebrote esté condicionado por múltiples factores: especie, cultivar, manejo, condiciones climáticas, entre otros. Estas variables deben ser trabajadas de manera de no afectar la implantación ni el rendimiento de los cultivos siguientes en la secuencia.

Uno de los puntos a tener en cuenta en el rolado de gramíneas es la dirección de la labor. Se procede trabajando perpendicularmente al sentido de siembra de la cobertura o al cruce de la misma (45°). La siembra del cultivo siguiente (generalmente soja después de una gramínea) se hace en el mismo sentido del rolado, si se sembraría perpendicularmente al rolado se cortarían los rastrojos de la cobertura con las cuchillas por lo que se perderían algunos de los beneficios, sobre todo en zonas con problemas de erosión.

- **Secado químico.**

La acción más común para la finalización de los CS en Argentina es el control químico de los mismos, a través del empleo de distintos principios activos según la especie en cuestión y los cultivos que siguen en la rotación. En especies empleadas como CS, fundamentalmente gramíneas y nabos, con dosis normales

de glifosato (48%), del orden de los 2,5 a 3 lts/ha se lograron controles satisfactorios.

En este caso, en la fecha 28/08/2019 el ensayo de los cultivos de servicio fue secado mediante este sistema de control. El mismo consistió en un secado químico con glifosato Roundup FULL II a una dosis equivalente a 2,5 litros por hectárea y la aplicación se realizó con una mochila pulverizadora perteneciente al campo experimental.

Se optó por este principio activo debido a que los tres cultivos son susceptibles y se logró un excelente secado de cultivo.

Conclusión

Como pasante, con éste ensayo logré adquirir conocimientos en la práctica profesional acerca de los cultivos de servicios como así también, poder aplicar diferentes conocimientos (teóricos y prácticos) aprendidos a lo largo de la carrera que me brindaron las distintas cátedras y que me han servido para poder llevar a cabo ésta experiencia que tiene mucho valor tanto en lo profesional como en lo personal.

Realizar el seguimiento de los cultivos de servicio ha hecho enfrentarme de lleno con la realidad con la cual trabajaré por muchos años. Será un gran desafío para mí, pero siento que estoy capacitado para ser un buen profesional y desempeñarme de la manera correcta.

Por último, y no en menor destalle, quiero destacar y agradecer a mi asesora y a los distintos jurados que me han designado por la predisposición que han tenido para conmigo.

¡¡MUCHAS GRACIAS!!

Bibliografía:

- Alessandria, E.;Arborno, M., Leguía, H.;Pietrarelli, L.;Sanchez, J.V. y Zamar, J.L. 2013. En: Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción, eds. C. Álvarez et al. INTA EEA Anguil. pp. 128-137. Introducción de cultivos de cobertura en agroecosistemas extensivos de la región central de Córdoba. Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. EEA INTA Anguil.
- Álvarez, C; Scianca, C.; Barraco, M.; Díaz- Zorita M. 2006. Impacto de cereales de cobertura sobre propiedades edáficas y producción de soja. En: Actas. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. I Reunión de suelos de la región Andina. Salta-Jujuy, 19 al 22 de setiembre de 2006. 1 Cd-Rom.

- Alvarez, C.;Scianca, C. 2006. Cultivos de cobertura en Molisoles de la región pampeana. Aporte de carbono e influencia sobre propiedades edáficas. EEA INTA General Villegas. Boletín para profesionales. Jornada profesional agrícola. 28 y 29 de septiembre de 2006.
- Berntsen J, Petersen BM, Olesen JE, Eriksen J, Søegaard K (2005) Simulación de efectos residuales y lixiviación de nitratos después de la incorporación de diferentes tipos de ley.
- Boccolini, M.;Aimetta, B.; Lorenzon, C.; Cazorla, C.;Baigorria, T.; Conde, B. y Faggioli, V. 2010. Resultados preliminares sobre el efecto de cultivos de cobertura y la fertilización en propiedades del suelo relacionadas al ciclo del nitrógeno. Actas XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, 31 de mayo al 4 de junio del 2010.
- Bruniard, E. 2000. Los regímenes climáticos y la vegetación natural. Aportes para un modelo fitoclimático mundial. Academia Nacional de Geografía. p. 79. Publicación Especial Nº 16. Buenos Aires, Argentina.
- Carfagno, P.;Eiza, M.; Quiroga A. y Babinec, F. 2008. Cultivos de cobertura: efectos sobre la dinámica del agua en el suelo. En: XXI Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. Potrero de los Funes (San Luis), 13 al 16 de mayo de 2008. Buenos Aires: AACs. 1 CD).
- Córdoba, E.; Pérez, D.; Pérez, G.; Balbi, C. 2019. Cultivos de cobertura como alternativa de manejo de malezas de difícil control: Disminución de presión. XXIV Congreso Latinoamericano de Malezas. Costa Rica.
- Creamer, N. G.; Dabney, S. M. 2002. Killing cover crops mechanically: review of recent literature and assessment of new research results. Am. J. Altern. Agric. 17:32–40.
- Escobar, H; Ligier D; Melgar, R; Matteio, H; Vallejos, O y col. 1994. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales E.E.A INTA-Corrientes.
- Fernández, R.; Funaro, D. y Quiroga, A. 2005. Influencia de cultivos de cobertura en el aporte de residuos, balance de agua y contenido de nitratos. Boletín de divulgación técnica Nº 87. Aspectos del manejo de los suelos en sistemas mixtos de las regiones semiárida y subhúmeda pampeana.

- Galarza, C.; Cazorla, C. y Bonacci, F. 2010. Influencia de los cultivos de cobertura en algunas propiedades físicas del suelo en sistemas agrícolas en siembra directa. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. P: 59. Rosario. Argentina.
- <http://congresoaapresid.org.ar>
- <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-soja-decobreteria-aservicios>
- <https://rdu.unc.edu.ar>
- <https://www.forratec.com.ar/manuales>
- Piñeiro, G. 2018. Sustentología. XXVI Congreso AAPRESID 2018.
- Price, A.J.; Balkcom, K.S.; Duzy, L.M.; Kelton, J.A. 2012. Herbicide and cover crop residue integration for Amaranthus control in conservation agriculture cotton and implications for resistance management. *WeedTechnology* 26 (3): 490-498.
- Restovich S., Andriulo A., Sasal C., Irizar A., Rimatori F., Darder M. y Hanuch L. 2006. Absorción de agua y nitrógeno edáfico de diferentes cultivos de cobertura. Actas XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta-Jujuy.
- Ruffo M. y Parsons A. 2003. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. INPOFOS. Informes Agronómicos N° 21 pp 13-20.
- Saluzzio M.F. y Benintende M.C. 2004. Uso agrícola sostenible en suelos vertisoles. Actas XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta-Jujuy.
- Varela, M.; Fernández, P. L.; Rubio, G.; Taboada, M.A. 2010. ¿Mejora la macroporosidad y la estabilidad estructural de los suelos limosos luego de la incorporación de cultivos de cobertura? Actas XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, 31 de mayo al 4 de junio del 2010.