

## **SEGUIMIENTO DE UN ENSAYO EN MICROPARCELAS DE MAÍZ PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

De Siervi, M.; <sup>1</sup> Pérez Eseiza, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de I.R.A.A. I parcelas, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias; Pontificia Universidad Católica Argentina

[desiervi@uca.edu.ar](mailto:desiervi@uca.edu.ar)

### **RESUMEN**

El presente trabajo describe la realización de una práctica experimental utilizada como herramienta didáctica para acercar a los alumnos del primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FICA-UCA, a temas relacionados problemáticas inherentes a su futura actividad profesional. Durante el dictado del curso de la I.R.A.A.I módulo parcelas, se desarrolló una práctica consistente en el cultivo de maíz en microparcelas con dos tratamientos: sin fertilizar y fertilizada. Se confeccionaron grupos de cuatro alumnos responsables de realizar el seguimiento del cultivo, a los que se les asignó parcela donde sembraron diez semillas de maíz. Los objetivos planteados fueron: determinar la calidad de la semilla utilizada mediante la medición PG, medir

de la altura de las plantas, conocer las distintas etapas ontogénicas del cultivo, realizar la medición de materia seca por parcela, y capacitar a los alumnos para confeccionen un informe técnico del trabajo experimental realizado. Cuando el cultivo se encontraba en la etapa V10 se terminó con el cultivo cortando al ras del suelo las plantas. Los alumnos pudieron evaluar la calidad de la semilla utilizada mediante la determinación del PG (98,57%), la cual evaluaron como excelente. El efecto de la fertilización mostró un claro incremento en la MS acumulada ( $\text{gr m}^{-2}$ ), sin embargo, no se pudo corroborar el mismo efecto sobre el incremento en altura. Esta propuesta permitió que los alumnos incorporen conocimientos acerca del ciclo ontogénico cultivo, realicen el seguimiento de un bioensayo, aprendan a medir el efecto de las prácticas de fertilización sobre el crecimiento y desarrollo vegetal, lográndose un aprendizaje participativo. La confección grupal de un informe técnico sobre el desarrollo del ensayo permitió a los alumnos desarrollar competencias para su futura actividad profesional.

Palabras clave: Estrategias, aprendizaje, maíz, informe técnico

## INTRODUCCIÓN

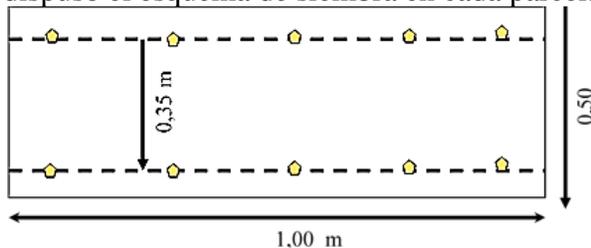
La formación de profesionales con competencias para resolver problemas, con capacidad de producir prácticas transformadoras y de adaptarse a los escenarios cambiantes, requiere de una intervención didáctica que ayude al estudiante a cuestionarse y reformular los modos empíricos de representar el mundo real (Bonel y Montico, 2022). La integración de los conocimientos fue introducida por primera vez por De Ketele, a principios de la década del '80, a través del establecimiento de “objetivos globales terminales” que son evaluados al final de un determinado año o ciclo (Ketele, 1984). Esta integración, puede ser definida en forma general como “una operación por medio de la cual hacemos interdependientes diferentes elementos que estaban disociados al inicio, para hacerlos funcionar de una manera articulada en función de un objetivo dado” (Roegiers, 2007). Esta definición enfatiza la necesidad de tres componentes para que se pueda dar la integración: en primer lugar, debe existir la interdependencia entre los conocimientos, saberes y capacidades que se han de integrar. Esto implica que estén interconectados en un sistema. En segundo lugar, habla de que estos componentes a integrar deben ponerse en movimiento de forma coordinada para cumplir una función o una acción. Roegiers (2007) incluso llega a expresar que “solo se puede ser competente si se es capaz de integrar un conjunto de cosas que se han aprendido”. Este enfoque integrador, ha sido propuesto también para abordar el proceso de aprendizaje referido a competencias directamente relacionadas con la formación en investigación (Hewitt Ramírez y Barrero Rivera, 2012). En esta perspectiva, la integración de conceptos, contenidos y estrategias desarrolla en los estudiantes el pensamiento crítico, el interés por la búsqueda de problemas no resueltos, la capacidad de interpretar, analizar y sintetizar información, y otras capacidades como la observación, descripción y comparación. Todas estas competencias, con distinto nivel de complejidad, contribuyen a las características que hacen al “saber ser” investigador. La adquisición de una competencia requiere de una situación práctica que resulte en un aprendizaje significativo para el estudiante (Yániz y Villardón 2008). El hecho de ser capaces de movilizar de forma integrada, aprendizajes previos de manera eficaz, permite al estudiante dar sentido a esos aprendizajes. El rol de los docentes en este contexto, en lugar de enseñar saberes fragmentados, es llevar a los estudiantes a movilizarlos en situaciones significativas (Roegiers, 2007). El trabajo con las situaciones reales, propicia la integración de contenidos, pero se hace necesario fortalecer la reflexión sobre la acción y sobre la reflexión en acción para reconstruir lo realizado, para comprenderlo y aprender de lo que estamos haciendo. Las propuestas pedagógico didácticas de los dos espacios deberían disponer de un tiempo extra para considerar una intervención superadora de la actual (Bonel y Montico, 2022).

## OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la adquisición de competencias de los alumnos del primer año de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Pontificia Universidad Católica Argentina, a través de la realización de un trabajo práctico sobre el seguimiento de un cultivo de maíz que se desarrolló en microparcels donde se evaluó el efecto de la fertilización sobre el crecimiento en altura y la producción de materia seca, conjuntamente a la confección y presentación de un informe técnico sobre el seguimiento del ensayo.

## METODOLOGÍA Y RECURSOS

A partir del comienzo de la cursada en el segundo cuatrimestre del año 2023, se procedió a iniciar el Trabajo práctico sobre el cultivo de maíz en micro parcelas de 0,50 m de ancho por 1,00 m de largo. Se armaron los grupos de trabajo formados por cuatro alumnos cada uno y se asignó una micro parcela a cada grupo. Existiendo dos turnos consecutivos cada día a saber: AM y CM, se nombraron los grupos con números romanos y en turno al cual pertenecía. Para cumplir con los objetivos propuestos, lo alumnos debieron quitar la cubierta original de los cultivos antecesores (parte aérea y raíces), roturar el suelo con herramientas manuales y nivelarlo. A continuación, se dispuso el esquema de siembra en cada parcela según la Figura 1.



**Figura 1: Esquema de siembra de semillas de maíz en micro parcelas.**

El día 31/08 se sembraron 10 semillas del híbrido de maíz por surco con 20 cm de distancia entre ellas a 10 cm de los márgenes de la parcela. Luego de la siembra, fueron regadas por primera vez. El número de plantas objetivo a obtener fue:

$$\text{Metros de surco } m^{-2} = \frac{1,00 \text{ m}}{0,35 \text{ m}} = 2,857 \text{ m } m^{-2}$$

$$\text{Número de plantas } m^{-2} = \text{metros de surco } m^{-2} \times \text{número de semillas } m^{-1}$$

$$\text{Número de plantas } m^{-2} = 2,857 \text{ m}^{-2} \times 5 \text{ semillas } m^{-1} = 14,3 \text{ semillas } m^{-2}$$

El híbrido de maíz utilizado fue el Viptera 3 SYN 897 de la firma Syngenta, que es un híbrido simple tropical recomendado para el NEA Y NOA, posee destacada sanidad foliar y es una excelente opción para el mercado silero. También se caracteriza por presentar un excelente potencial de rendimiento con flexibilidad de manejo, altos rendimientos con menor densidad, destacado comportamiento al virus MRCV y Tizón. Dos semanas después de la emergencia se procedió a realizar una fertilización de algunas parcelas con una dosis equivalente a 400 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrofoska © por micro parcela. El fertilizante presentaba las siguientes características: Abono complejo NPK (Mg-S) 12-8-16 (3-25) con micronutrientes (Inscripción Registro de productos fertilizantes, enmiendas y otros N°14012. SENASA, 2024).

Los alumnos calcularon la dosis de fertilizante a aplicar según la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{Dosis por parcela (gr parcela}^{-1}) \\ & = \frac{\text{Dosis por hectárea (kg ha}^{-1}) \times \text{Superficie parcela (m}^2)}{10.000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis por parcela (gr parcela}^{-1}\text{)} &= \frac{400 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} \times 0,5 \text{ m}^2}{10.000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}} = 0,02 \text{ Kg parcela}^{-1} \\ &= 20 \text{ g parcela} \end{aligned}$$

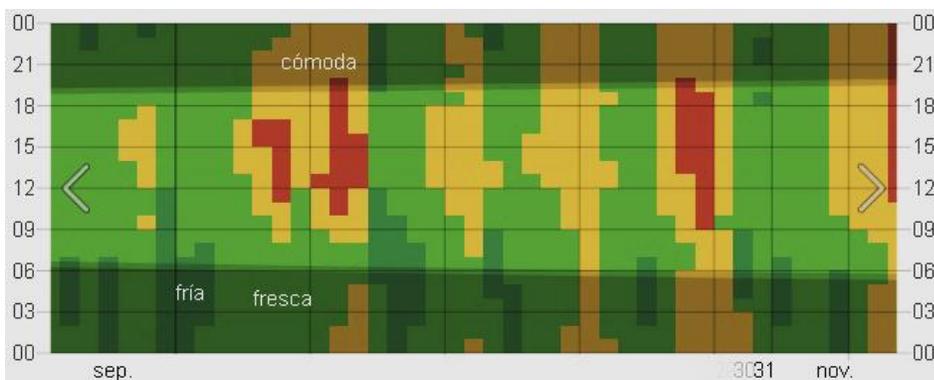
### Resultados y discusión

El día 14/09 los alumnos realizaron la primera medición donde contabilizaron las plantas emergidas, la cual se determinó entre todas las parcelas una emergencia promedio de 98,21%. Este guarismo fue utilizado para evaluar la calidad de la semilla utilizada, la cual se determinó como excelente. En las Figura 2 pueden observarse a los alumnos trabajando en las parcelas adyacentes al Laboratorio de Usos Múltiples del Pabellón San Alberto Magno de la Sede Puerto Madero.



**Figura 2: Trabajo en parcelas de los Alumnos de I.R.A.A. I en las parcelas de maíz**

Conjuntamente al seguimiento semanal en altura, los alumnos tuvieron que reunir la información meteorológica durante el transcurso del ensayo, la evolución de la temperatura se muestra en la Figura 3 y 4. A partir de la semana del 28/9 los alumnos comenzaron a medir el desarrollo en altura para estimar la acumulación de materia seca y contar el número de hojas promedio en cada una de las plantas logradas por parcela, como una medida del desarrollo dentro del ciclo ontogénico del cultivo. Para ilustrar a los alumnos sobre el cultivo, sus características e importancia, se dictó una clase introductoria sobre el mismo incluyendo origen, importancia, estructura de comercialización y ciclo ontogénico del cultivo, la cual puede observarse en la Figura 5.



**Figura 3: Temperatura por hora en la etapa del cultivo en Aeroparque Jorge Newbery (<https://es.weatherspark.com/h/m/147513/2023/10/Tiempo-hist%C3%B3rico-en-octubre-de-2>)**

### 023-en-Aeroparque-Jorge-Newbery-Argentina

De la misma manera tuvieron que reunir información en lo referente a las precipitaciones (Figura 4), si bien cada grupo se encargó de realizar un riego complementario sobre las parcelas sembradas.

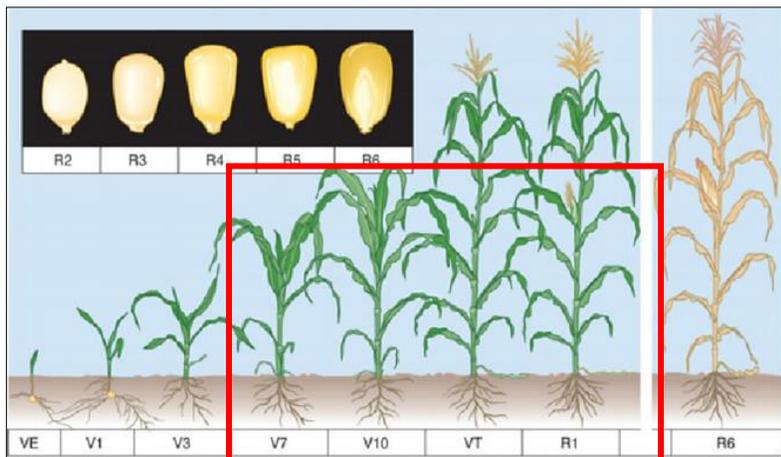


**Figura 4: Precipitaciones por hora en la etapa del cultivo en Aeroparque Jorge Newbery (<https://es.weatherspark.com/h/m/147513/2023/10/Tiempo-hist%C3%B3rico-en-octubre-de-2>)**

Una vez alcanzada la etapa V10 el día 9/11, los alumnos finalizaron el cultivo cortando al ras del suelo de las parcelas las plantas, las redujeron a pequeños trozos con tijeras, y ubicándolas en sobres de papel madera rotulados, los cuales fueron pesados en una balanza de plato abierto para medir cantidad de materia verde en gramos por parcela, y con posterioridad fueron colocados en una estufa a 105°C durante una semana. Luego, se pesaron las muestras de material vegetal para expresarlas en gramos de Materia Seca por parcela (g MS parcela<sup>-1</sup>).

Al comienzo del ensayo los alumnos registraron temperaturas más bajas en relación a las temperaturas óptimas, por lo que el crecimiento en altura se retrasó levemente a pesar de contar con una oferta hídrica suficiente. El desarrollo morfológico del cultivo de maíz se relaciona linealmente con la temperatura, por lo tanto, para cumplir con las distintas fases fenológicas y completar el ciclo, el cultivo responde a un rango térmico que va desde una temperatura base mínima ( $T_b = 8\text{ °C}$ ) por debajo de la cual la velocidad de desarrollo es nula, hasta una temperatura óptima ( $T_o = 34\text{ °C}$ ) en la que alcanza la máxima velocidad de desarrollo (Andrade et al. 1996). Estos autores consideran que la variación de peso y la partición de la materia seca entre sus diferentes órganos durante el crecimiento de la planta radica en que el primero describe el comportamiento del proceso productivo en su conjunto, y el segundo informa sobre la estrategia puesta en juego para determinar el número de estructuras reproductivas y el llenado efectivo de

los órganos de cosecha. La duración de las etapas de desarrollo de un cultivo de maíz tiene gran variabilidad, de acuerdo con el genotipo y de las condiciones ambientales.



**Figura 5: Ciclo ontogénico del cultivo y etapas completadas durante el ensayo (Fuente: Kumudini y Tollenaar, 1998)**

Un mismo híbrido presenta variaciones en sus fenofases cuando es cultivado en diferentes localidades e incluso cuando se comparan distintos años en la misma localidad (Cirilo, A. G. 1994). La producción del cultivo de maíz depende de la cantidad de agua disponible para evapotranspirar. Doorenbos y Pruitt (1977) mencionan que el maíz evapotranspira entre 400 y 700 mm en su ciclo, según condiciones ecológicas (Rivetti, A. 2006). Según lo estimado por los alumnos, la oferta hídrica estuvo garantizada desde la siembra debido al riego semanal y a las precipitaciones ocurridas desde la siembra hasta la finalización del ensayo. A continuación, se presentan el conjunto de las mediciones realizadas por los grupos de alumnos conformados entre los dos turnos existentes, tanto de altura de plantas promedio, número de hojas y plantas por parcela, y materia seca producida en cada parcela. Los datos se presentan en la Tabla 1. El porcentaje de humedad fue muy similar tanto en las muestras testigo sin fertilizar como en las fertilizadas (85%). Los alumnos pudieron verificar efectos producidos por plagas animales (depredación por pájaros y orugas), competencia de malezas, y presencia de insectos benéficos. Una vez finalizado el ensayo, los alumnos debieron redactar un informe técnico basado en una estructura predeterminada establecida por el docente a cargo, estipulada en: Carátula, Introducción y Generalidades, Caracterización de los parámetros climáticos reinantes, Resultados y discusión, Conclusiones y Bibliografía.

Tabla 1: Resumen de mediciones de los grupos de ambos turnos durante la últimas tres semanas.

GRUPO	FERTILIZADO	MEDICIONES 19/10			MEDICIONES 26/10		MEDICIONES 9/11			
		ALTURA (cm)	Nº DE HOJAS	Nº PLANTAS	ALTURA (cm)	Nº DE HOJAS	ALTURA (cm)	Nº DE HOJAS	M. V. (g) *	M. S. (g) #
I AM	NO	43,85	8,4	10,0	52,10	7,1	81,60	8,7	670,0	100,5

II AM	NO	37,60	8,1	10,0	52,30	7,8	91,50	9,0	2071,0	289,94
III AM	SI	40,20	9,3	10,0	58,10	8,6	80,40	10,0	1322,0	198,3
IV AM	NO	27,80	7,2	10,0	46,80	7,3	69,50	9,3	2074,0	290,36
V M	SI	34,40	8,7	10,0	53,30	8,2	97,30	10,6	1022,0	153,3
VI AM	NO	21,10	8,0	9,0	37,00	7,1	43,67	7,4	2010,0	281,4
VII AM	NO	36,60	7,1	10,0	48,10	7,8	75,14	9,3	506,0	75,93
I CM	SI	38,14	7,5	11,0	57,10	8,0	88,00	10,0	1232,0	184,8
II CM	NO	34,70	9,5	10,0	55,50	7,9	65,80	9,1	1751,0	245,14
III CM	NO	34,50	5,6	10,0	43,00	6,7	70,10	7,0	1401,0	210,15
IV CM	SI	39,25	6,7	10,0	58,30	7,8	108,00	11,0	573,0	85,95
V CM	SI	38,60	8,0	9,0	59,30	8,2	105,00	8,4	2066,0	289,24

\* Los grupos se designaron según el siguiente código: Número romano para número de grupo (I, II, III, etc.), y dos letras para turno (AM o CM). \* Materia Verde; # Materia Seca;

## CONCLUSIONES

Comparando entre todas las parcelas de ambos turnos, los alumnos pudieron evaluar el efecto de la fertilización del cultivo mediante la medición de parámetros objetivos y la ayuda de herramientas simples, como un metro, una calculadora y una estufa para determinar materia seca. Debido a que los Planes de Estudio de todas las asignaturas obligatorias de casi todas las carreras universitarias, y especialmente las ingenierías, corresponden principalmente a temáticas asociadas a ciencias duras, se decidió establecer este espacio en la asignatura Inserción a la Realidad Agropecuaria Argentina para alcanzar los objetivos propuestos en la sección introductoria. Por lo tanto, se logró que los alumnos de primer año adquieran competencias a través de la realización del trabajo práctico grupal, paralelamente al conocimiento del ciclo ontogénico de un cultivo insigne de la agricultura argentina, iniciando contacto con otras áreas del conocimiento como Química, Botánica morfológica, Cereales, Fertilidad, etc. Por otro lado, el informe técnico que debían redactar los alumnos produjo una mejora significativa de su capacidad de comunicación escrita, aprendiendo la manera de comunicarse en un lenguaje técnico, y evitando las expresiones coloquiales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F. H. 1992. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. Boletín Técnico 106. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA). Balcarce. Buenos Aires. 16 p.
- Andrade, F.; Cirilo, A.; Uhart, S. y Otegui, M. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Ed. La Barrosa. Balcarce. Buenos Aires. 292 p.
- Bonel, B.A., S. Montico (2022) El arte de dar respuestas a las problemáticas en manejo y conservación de Tierras. Libro de Actas del XXVIII Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires Tomo IV. p 1776.

- Cirilo, A. G. (1994) Desarrollo, crecimiento y partición de materia seca en cultivos de maíz sembrados en diferentes fechas. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires. Argentina. 86 p.
- Doorenbos, J. y Pruitt, W. O. (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. Serie Riego y Drenaje N° 24. Roma. 194 p.
- Hewitt Ramirez, N. y Barrero Rivera, F. (2012) La Integración de los Saberes: Una Propuesta Curricular para la Formación en Investigación en la Educación Superior. Psychol. av. discip. [online]. 2012, vol.6, n.1, pp.137-145. Disponible en: <[http://www.scielo.org/co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-23862012000100011](http://www.scielo.org/co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-23862012000100011&lng=es&nrm=iso)&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1900-2386.
- Ketele, J. M (1984). Observar para Educar. Visor
- Kumudini, S.; Tollenaar, T. (1998). Corn Phenology. University of Guelph. Canadá.
- Rivetti, A. 2006. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. I. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. Revista de la Facultad Ciencias Agrarias. 38(2): 25-36.
- Roegiers, X. (2007). Pedagogía de la Integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad agro Alimentaria (SENASA), 2024. Registro de Productos fertilizantes, enmiendas y otros. (<https://aps2.senasa.gov.ar/vademecumFertilizantes/app/publico/productos>)
- Yániz, C., y Villardón, L. (2008). Planificar desde competencias para promover el aprendizaje. (Vol. 12). Universidad de Deusto