

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

LICENCIATURA EN ECONOMÍA

SEMINARIO DE INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN
TRABAJO FINAL

MODELO DE AGRONEGOCIO, SUS CARACTERÍSTICAS,
INNOVACIONES, ACTORES Y ENTIDADES REPRESENTATIVAS,
CONFLICTOS E IMPACTOS

“ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN
DE LA VICIA VILLOSA COMO CULTIVO DE COBERTURA
ANTECESOR DEL MAÍZ”

Glocer Alejandro
(G-6142/5)

DOCENTE A CARGO DE LA COMISIÓN:
Vaudagna Luciano

Primer cuatrimestre 2021

1. Resumen

El objetivo que se persigue en el presente trabajo es analizar si la implementación de la vicia villosa como cultivo de cobertura antecesor al cultivo de maíz puede generar mayores excedentes económicos en la producción de maíz en distintas regiones del país en las que se produce dicho cereal. Se utiliza el estudio de 3 casos prácticos en los que esta alternativa ha sido implementada. Para la realización de dicho análisis se comparan los márgenes de beneficio alcanzados con la producción de maíz con cultivo de cobertura de vicia villosa y sin la utilización de la misma.

También se toman en cuenta los resultados de la producción de trigo como el costo de oportunidad de incluir vicia villosa, ya que al ser ambos cultivados en la misma época del año, realizar un cultivo de cobertura de vicia villosa implica sacrificar la producción de trigo.

Se concluye que la incorporación de la vicia villosa puede ofrecer ventajas económicas o no dependiendo el caso. Esto se debe a que, a pesar de que su inclusión permite incrementar los rendimientos de la producción de maíz y reducir los costos totales de dicha producción, también implica sacrificar el resultado de la producción de trigo.

2. Introducción e información general

El objetivo que se persigue en el siguiente trabajo es estudiar la viabilidad técnica y económica de la utilización del cultivo de cobertura de la leguminosa denominada vicia villosa en distintas regiones del país. Se utiliza para su propósito un análisis comparativo de las condiciones ambientales en diversas zonas en las cuales se cultiva maíz. A su vez, se realizará un análisis de costo-beneficio de la implementación del cultivo de vicia para cada una de las regiones. Serán incorporados al estudio los requerimientos técnicos, costos de oportunidad, rendimientos técnicos y rendimientos económicos, impacto ambiental, cambios en las condiciones del suelo, entre otros aspectos.

La elección de comparar la potencial aplicabilidad o no de este cultivo de cobertura en distintas áreas geográficas, radica en que su éxito o fracaso está condicionado por la situación inicial característica de cada región. Resulta relevante comprender las diferencias interregionales existentes e incluir su contemplación a la hora de realizar cualquier tipo de análisis.

Se partirá por describir brevemente cuáles son las principales regiones productoras de maíz de la Argentina, cantidades producidas, cómo evolucionan y de qué dependen sus precios, entre otros aspectos. A su vez, se tendrá en cuenta que por sus condiciones y por la época del año en la cual se cultiva, la vicia villosa surge como cultivo de servicio idóneo para esta planta gramínea. Además, se analizará la producción de trigo, ya que los productores se ven obligados a prescindir del cultivo del mismo si desean introducirse en la cultivación de vicia villosa. Por ende, se ve con esto que las potenciales producciones de trigo representarán el costo de oportunidad de la vicia.

Ya en el desarrollo, habrá que comparar las situaciones para producciones de maíz con y sin tratamiento de la tierra con la vicia. Es aquí donde se incorporan además de estudios técnicos, nociones económicas que guíen hacia una interpretación de si resulta o no conveniente la inclusión de la vicia villosa a la hora de pensar en tomar decisiones que guíen hacia los mayores niveles de rentabilidad posibles. Será fundamental tener en cuenta las ventajas y desventajas del cultivo de vicia, tanto en el corto como en el largo plazo.

Por último, se presentarán las conclusiones a las que el trabajo conduce. Se buscará llegar con dichas conclusiones a posibles cursos de acción, que además de aplicables sean óptimos en términos de eficiencia y eficacia.

3. Producción de maíz en distintas regiones de la Argentina

El campo argentino es un engranaje fundamental de la economía argentina: es un sector competitivo internacionalmente (principal exportador del país), gran generador de empleo a lo largo de todas las cadenas agroalimentarias y un importante contribuyente a las arcas públicas. Las producciones agrícolas, ganaderas y agroindustriales se realizan en todo el país. Los principales cultivos en la Argentina son: soja, maíz, trigo, girasol y sorgo.

El maíz es una planta gramínea. Es uno de los cereales más abundantes y más consumidos en el mundo. De hecho, la producción mundial de maíz es mayor que la de cualquier otro cereal. Las condiciones naturales para el sembrado del maíz se condicen con las de varias regiones de la Argentina, especialmente las de la pampa húmeda. Ya que además de un clima cálido y soleado, requiere un suelo rico y húmedo.

En la Argentina, el maíz comienza a sembrarse en primavera y se extiende hasta diciembre, por lo que la floración y llenado de granos ocurre en enero, momento de mayor temperatura y alta radiación solar (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2015). La cosecha comienza en marzo y puede extenderse hasta julio/agosto.

Entre los principales productores se encuentran Estados Unidos, China, Brasil, Argentina y la Unión Europea. La producción estimada de maíz para la temporada 2020-2021 en nuestro país es de 50 millones de toneladas, las cuales representan más de un 4% de la producción estimada a nivel mundial.

Cuando se quiere entender la participación de nuestro país en las exportaciones de maíz, la relevancia se torna aún mayor. Argentina explica el 17% del total exportado, lo que nos convierte en el tercer principal exportador de este cereal, sólo por detrás de Estados Unidos y Brasil. Esto se debe a que Argentina exporta alrededor del 70% del total producido, ubicándonos en segundo lugar de acuerdo a este indicador, sólo por detrás de Ucrania.

Figura 1: exportaciones mundiales de trigo



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Subsecretaría de Programación Microeconómica.

Con respecto a las exportaciones del complejo maicero, han alcanzado los 6.151 millones de dólares en el 2020. Estas han representado el 11,2% de las exportaciones totales (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, [INDEC], 2021), lo cual refleja la importancia del sector en la generación de divisas.

La producción nacional de maíz se encuentra casi exclusivamente concentrada en 3 provincias, Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe. Para la campaña 2020/2021, por ejemplo, de los 50 millones de toneladas que se estimaba que se cosecharían de maíz, algo más de 12 millones de toneladas serían producidas por Buenos Aires, 21 millones por Córdoba y 7,5 millones por Santa Fe. Es decir, el producido de maíz de estas tres provincias representa nada más y nada menos que el 81,5% de la producción nacional (Bolsa de Comercio de Rosario, [BCR], 2021). Aún a pesar de que producen en volúmenes considerablemente inferiores, merecen ser mencionadas por sus aportes a la producción nacional de maíz las provincias de Entre Ríos y Santiago del Estero.

En cuanto a las condiciones climáticas, el núcleo productivo de maíz presenta las características de la llanura pampeana. Es una extensa llanura, de clima templado y benigno para el cultivo tanto de cereales como oleaginosas. Dichas condiciones hacen de esta zona una de las más fértiles del mundo.

El sudoeste de la provincia de Entre Ríos también presenta un clima templado y suelos fértiles para el cultivo de cereales. Caen anualmente suficientes lluvias y el tipo de suelo es la pradera. Es por tal motivo que la provincia es una de las principales productoras de maíz por detrás de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba.

Pasando al caso de Santiago del Estero, el territorio propicio para el cultivo del maíz se ubica casi exclusivamente en el sudeste de la provincia, a los alrededores de la ciudad de Bandera. El relieve del suelo en tal región es llano y, a pesar de no presentar las condiciones climáticas de la llanura pampeana, también es relativamente fértil. De allí que su producción de maíz sea merecedora de atención.

4. Uso del suelo en Argentina

A lo largo de los años, se han realizado importantes investigaciones para conocer el suelo de la región y se ha evolucionado hacia un mejor uso, manejo y conservación del mismo. Se han obtenido logros de relevancia en aspectos tales como el estudio de la morfología, funcionamiento y distribución geográfica de los suelos de la región; el desarrollo de

tecnología para el más adecuado uso y conservación de los mismos; la validación de prácticas de manejo de suelos en condiciones reales de producción; y la difusión de sistemas de cultivo conducentes a la conservación del recurso y la sustentabilidad de los planteos productivos regionales.

La “agricultura sustentable” puede ser definida como aquella que se basa en sistemas de producción cuya principal característica es la aptitud de mantener su productividad y ser útiles a la sociedad indefinidamente. Por consiguiente, los sistemas de producción sustentables deben conservar los recursos productivos (por ejemplo, el suelo), preservar el medio ambiente, responder a los requerimientos sociales, ser económicamente competitivos y rentables (Beltrami y Cura, 2018).

Otro aspecto que debe ser mencionado, es que no todos los granos son cultivados en la misma época del año. Esto se vuelve importante para entender las diferentes combinaciones de producción agropecuaria, y el modo de rotación de las tierras cultivables durante el año. Mientras que el trigo se siembra en invierno, el maíz y la soja se siembran en verano.

Como se observa, el concepto de sustentabilidad incorpora aspectos ecológicos, sociales y económicos. Los esquemas de producción agrícola podrían ser considerados sustentables cuando se encuentren diseñados sobre la base de tres pilares: la siembra directa, la fertilización y la rotación de cultivos. La adecuada combinación de estos tres pilares y la eficaz implementación de cada uno de ellos no sólo permitiría mantener los rendimientos en el tiempo, sino que podría permitir inclusive un incremento en los niveles de productividad (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2013).

Es precisamente cuando hablamos de sustentabilidad en el uso de los suelos destinados a la producción agrícola, más específicamente en vinculación a la rotación de cultivos, que aparecen los cultivos de cobertura.

5. Cultivos de cobertura

El interés por el cuidado del suelo sigue aumentando. Esto conlleva a una búsqueda de sistemas agrícolas cada vez más sustentables, que preserven tanto las propiedades físicas (estructura, textura, aireación), como propiedades químicas (contenido de nutrientes, materia orgánica). La inclusión de cultivos de cobertura en la rotación agrícola provee diferentes servicios ecosistémicos, por tal motivo también suelen denominarse cultivos de servicio (Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada, [ReTAA], 2021).

Los cultivos de cobertura son especies vegetales establecidas entre dos cultivos de renta que no son pastoreados, incorporados, ni cosechados, quedando en superficie protegiendo el suelo (Zotarelli, et al., 2009). Su inclusión como antecesores de un cultivo de maíz de siembra tardía, podría ser una buena alternativa de manejo tendiente a reducir las poblaciones de malezas y el número de aplicaciones de herbicidas (Beltrami y Cura, 2018).

Inicialmente los cultivos de cobertura fueron utilizados para controlar problemas de erosión (vientos intensos), e impidiendo el impacto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie y frenando el arrastre de materiales (Beltrami y Cura, 2018). Los cultivos de cobertura mejoran la conservación, las condiciones biológicas, físicas y químicas del suelo (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017).

Entre las diversas ventajas y mejoras propiciadas por los cultivos de cobertura al suelo están las siguientes (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017):

- Aportan los nutrientes que estimulan y desarrollan la vida microbiológica del suelo.
- Adicionan múltiples beneficios en relación a la humedad de los suelos, mejorando la captación, distribución y almacenaje de agua y disminuyen el ascenso de sales a la superficie.
- Compiten con malezas de difícil control con herbicidas, permitiendo un control de las mismas y reduciendo la aplicación de herbicidas, lo cual a su vez reduce el impacto

ambiental y el costo económico. Diferentes estudios han demostrado que incluir un cultivo de cobertura disminuye entre un 27% y hasta más de un 80% la población de malezas.

- Mejoran los balances de carbono y nitrógeno del suelo, incorporando materia orgánica y aportando nitrógeno por fijación biológica cuando se trabaja con especies leguminosas.

Debe considerarse que los enumerados beneficios provistos por los cultivos de cobertura no sólo se manifiestan en el cultivo siguiente a la rotación, sino que perduran en el tiempo, materializándose estas mejoras en los suelos también en el mediano y largo plazo.

Más allá de las mencionadas ventajas y beneficios, también hay que tener en cuenta algunas desventajas (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017):

- Los cultivos de cobertura requieren un mayor nivel de manejo, planificación, logística y conocimiento que otras tecnologías de insumo utilizadas.
- Consumo de agua: los cultivos de cobertura pueden implicar un mayor consumo de agua que si se dejara el terreno desnudo. Se conoce como costo hídrico a la diferencia entre el consumo de agua de la tierra con cultivo de cobertura menos el consumo de agua del barbecho convencional. No obstante, la mayor infiltración y el mejor almacenamiento del agua que estos brindan, hace que esta desventaja se reduzca.

Las especies mayoritariamente utilizadas como cultivo de cobertura pertenecen a las familias de las gramíneas y leguminosas. Las gramíneas presentan un rápido crecimiento y una mayor producción de biomasa por lo que ayudaría al control de la erosión, absorción de nutrientes, disminución de la población de malezas y mejoramiento de la estabilidad estructural del suelo (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017). Las especies de gramíneas más utilizadas como cultivo de cobertura son el centeno, la avena y la cebada.

Las leguminosas, aportan nitrógeno al suelo a causa de la fijación del nitrógeno atmosférico (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017). Dentro de las leguminosas es que se destacan las vicias (*vicia villosa* y *vicia sativa*).

Teniendo en cuenta que la mejora en la vida del suelo se deriva de la rotación de los cultivos, es menester expresar que la especie utilizada como cultivo de cobertura no será elegida aleatoriamente. Antes que nada, hay que identificar las condiciones climáticas y del suelo de la región en la que se realizará el cultivo de cobertura. A su vez, debe tenerse en consideración a qué especie pertenece el cultivo principal antecedido por la cobertura. Por ejemplo, al ser el maíz una gramínea, obtendrá mayores ventajas si como cultivo de cobertura se utiliza una leguminosa (*vicia*).

En las últimas campañas, en la Argentina se ha incrementado sucesivamente la proporción de productores que optaron por implementar cultivos de cobertura como técnica de innovación para buscar una mejora en la calidad de los suelos productivos y un aumento los rendimientos (Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada, [ReTAA], 2021). Las especies utilizadas variaron según las regiones. Sin embargo, la gran mayoría de los productores escogió como cultivo de cobertura avena, centeno, *vicia villosa* o cebada.

Se observan sustanciales diferencias interregionales en cuanto a la proporción de hectáreas en las que se desarrollaron cultivos de cobertura sobre el total de hectáreas sembradas. Las mayores proporciones las experimentaron el sur de Córdoba, el sudeste de Santiago del Estero y Entre Ríos (Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada, [ReTAA], 2021).

Se ha definido para este trabajo analizar exclusivamente la combinación de cultivo de cobertura de *vicia villosa* como antecesor del cultivo de maíz. La decisión está fundamentada principalmente en que esta combinación es hasta el momento de las más

difundidas y realizadas en el territorio nacional. Además, las recomendaciones realizadas por estudios e investigaciones agronómicas sobre la aplicación de esta combinación, así como la información provista por dichos estudios con respecto a márgenes, productividades e impacto en los suelos.

6. Vicia villosa, cultivo de cobertura para el maíz

En los últimos años, la siembra del maíz en algunas regiones del país se ha retrasado de septiembre y octubre a diciembre, con la finalidad de evitar el crecimiento del cultivo durante la primavera, en donde las lluvias tienen una alta variabilidad interanual. Esto genera un largo período de barbecho¹, durante el cual se deben realizar varias aplicaciones de herbicidas, incrementándose el costo de los insumos y favoreciendo la evolución de malezas resistentes debido a la alta presión de selección ejercida. Es a partir de este retraso en la siembra de maíz que surge la posibilidad de la implementación del cultivo de vicia villosa.

La vicia es una leguminosa anual de gran calidad forrajera², de ciclo otoño-invierno-primavera. Como toda leguminosa, tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus nódulos de la raíz, es decir, que pueden aportar nitrógeno al suelo. Su gran producción de volumen de forraje le permite realizar en agricultura un barbecho orgánico, porque cubre muy rápido la superficie del suelo, no permitiendo el desarrollo de las malezas (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2013).

Existen dos tipos de vicia: Vicia villosa y Vicia sativa. No solo tienen características morfológicas diferentes, sino también en otros aspectos como adaptación a diferentes situaciones ambientales. La viciavillosa es más tolerante al frío y es más resistente a la sequía. La producción de materia seca³, generalmente, es superior en Vicia villosa (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2013). La importancia de la materia seca es que esta sirve para nutrir a los animales.

La vicia villosa realiza destacables aportes a los sistemas agrícolas como cultivo de cobertura o de servicio. Estos ya han sido mencionados en el apartado anterior sobre los cultivos de cobertura, pero vale la pena recordarlos: permite fijar nitrógeno atmosférico y carbono, ayuda al control de malezas, entre otros. Por estas propiedades es que puede reemplazar la utilización de fertilizantes nitrogenados como la urea, disminuir la huella de carbono en el ambiente, reducir costos, minimizar el impacto ambiental, mejorar la vida del suelo y aumentar la productividad del mismo. En síntesis, la implementación de la vicia villosa colabora en lograr una mayor sostenibilidad de la agricultura.

A partir de los aspectos mencionados, está a la vista que cultivar vicia villosa como cobertura del maíz ofrece mejoras económicas (mayores rendimientos de los suelos y menores costos en herbicidas y fertilizantes) y ambientales (menor contaminación, sostenibilidad del sistema agrícola).

Cabe agregar, que se deben considerar no sólo los efectos que se manifiesten en la campaña siguiente en la rotación sino ampliar el enfoque al mediano y largo plazo donde el efecto de esta práctica sobre el suelo y los rendimientos puede ser significativo en los siguientes cultivos.

6.1. Aspectos técnicos del cultivo de la vicia

Las rotaciones deben apuntar a obtener secuencias sinérgicas, incrementando la eficiencia del uso de los recursos por parte de los cultivos y reduciendo el uso de herbicidas (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017). Resulta

¹ Terreno de labor que no se siembra durante un determinado período de tiempo para que la tierra descanse o se regenere.

² Una planta forrajera es comestible, tiene un valor nutritivo y está disponible para ser consumida por los animales.

³ Materia seca representa el peso total de un alimento menos su contenido de agua. Por ejemplo, una pastura con 20% de materia seca contiene 20 gramos de materia seca cada 100 gramos de pastura.

fundamental definir dentro de qué esquema rotacional se va a incluir el cultivo de cobertura, de forma que la especie sea la que mejor se adapte a las necesidades del cultivo siguiente y previendo también la fecha de cosecha del cultivo anterior. Al tratarse el maíz de una gramínea, se ve beneficiado cuando previamente a su siembra se utiliza una leguminosa, como lo es la vicia villosa. La vicia presenta un gran potencial para incrementar los rendimientos del maíz. A su vez, provee un valor agregado al generar rendimientos mayores con cantidades menores de fertilizante. Una forma de calcular su aporte es calculando el “valor de reemplazo de fertilizante”, el cual se puede describir como la dosis de fertilizante con la cual el maíz proveniente de un barbecho invernal iguala en rendimiento al maíz con cultivo de cobertura y sin fertilizante (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017).

Muchos estudios recomiendan como rotación ideal para los suelos de la región pampeana cultivar soja (leguminosa) con antecedente de alguna gramínea (avena, cebada o centeno) como cultivo de cobertura, y en la campaña siguiente cultivar maíz (gramínea) con antecedente de alguna leguminosa (vicia villosa) como cultivo de cobertura (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017).

Se puede sembrar vicia villosa desde fines de febrero hasta principios de agosto. En un planteo agrícola la fecha de siembra dependerá del cultivo anterior. Otra cuestión relevante al momento de su cultivo es la densidad de siembra. Esta tiene una gran incidencia en la producción de materia seca y, por otro lado, también tendrá un impacto directo en los costos de implantación. Se señalan como densidades bajas entre 20 y 30 plantas por metro cuadrado, densidades medias del orden de las 40-50 plantas por metro cuadrado y valores altos en torno a las 120-160 plantas por metro cuadrado (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017). Actualmente muchos técnicos están usando y recomendando las densidades más bajas con buenos resultados (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2013).

El inoculado de la semilla de vicia es una práctica que no representa un alto costo. El sistema de siembra más usado es a chorrillo⁴ con sembradora de grano fino⁵. La finalización del ciclo del cultivo de cobertura se da con el secado (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017). Cuando se siembra vicia entre dos cultivos agrícolas, el objetivo principal no viene por el lado de la cosecha de granos ni la de pastoreo, si no por el de la aportación de nutrientes (Beltrami y Cura, 2018)..

La producción de materia seca de un cultivo de cobertura se encuentra acotada al crecimiento delimitado por la fecha de siembra y el secado. Por lo tanto, el momento de secado de un cultivo de cobertura determina, en parte, cuánta cantidad de nitrógeno puede ser fijado por la leguminosa. Teniendo en cuenta que la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas anuales alcanza su máxima tasa en floración, el momento de secado de un cultivo de cobertura de vicia, debería ser cercano a dicho estado (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017). Este punto viene relacionado con la fecha de siembra y el siguiente cultivo a sembrar. Por ejemplo, si se siembra temprano y se quiere hacer maíz de primera, para septiembre se debería de cortar el ciclo de la vicia.

En lo que respecta al secado, la acción más común para la finalización de los cultivos de cobertura en Argentina es el control químico de los mismos, a través del empleo de distintos principios activos, dependiendo la especie en cuestión y el cultivo que le siga en la rotación. A nivel general hay dos alternativas para el secado: el secado químico y el mecánico. Para la vicia villosa, el secado químico se presenta como la opción conveniente (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, [Aapresid], 2017).

⁴ Se realiza un surco en el suelo y se esparcen las semillas de forma continua y lineal a lo largo de éste. Posteriormente se cubren las semillas aportando tierra al surco.

⁵ Otros ejemplos de grano fino además de la vicia son trigo, cebada, avena, centeno.

Desde el punto de vista del control químico, la vicia villosa es considerada medianamente tolerante al glifosato. Cuando se cultiva vicia como antecesor de maíz, un secado químico por medio de la aplicación de glifosato, es entendido como la mejor alternativa (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2013).

Habiendo conceptualizado acerca de los cultivos de cobertura, con énfasis en la vicia villosa y sus utilidades, es momento de realizar un análisis económico sobre la utilización de la misma como antecesora del maíz. Para ello, serán de ayuda las estimaciones y los márgenes obtenidos por parte de productores agropecuarios que han implementado su cultivo.

7. Resultado operativo del cultivo de maíz

Los productores agropecuarios buscan alcanzar el mayor nivel de beneficios posible de su actividad operativa. Para ello, deberán encontrar la combinación de insumos y factores requeridos para alcanzar un determinado nivel de producción. La lógica no es otra que la de buscar los mayores ingresos alcanzables, al menor costo posible.

Los ingresos provistos por el cultivo de maíz son muy sencillos de representar. Estos dependen de dos variables claramente determinadas: el precio y la cantidad. Se trata básicamente de multiplicar a la cantidad cosechada, medida en toneladas, por el precio de la tonelada del grano en el mercado.

$$\text{Ingresos} = \text{Precio} \times \text{Cantidad}$$

Los rindes se miden en quintales por hectárea cultivada. Un quintal son 100 kilogramos, y por ende 10 quintales equivalen a una tonelada.

Los precios de los granos son flexibles y guiados por las fuerzas de oferta y demanda en el mercado internacional. La Argentina es tomadora de precios.

El productor venderá al precio del maíz en la pizarra⁶. Se usa específicamente el precio de la posición a cosecha del MATBA-ROFEX.

El precio local del maíz depende de varios componentes: el precio internacional del maíz medido en dólares, el precio del tipo de cambio oficial, y los derechos de exportación también conocidos como retenciones. Lógicamente, el precio en pesos de la tonelada de maíz depende positivamente del precio del maíz en el mercado internacional y del valor del tipo de cambio. Análogamente, depende negativamente del valor de los derechos de exportación. Para el caso del maíz, la alícuota vigente de derecho de exportación es del 12%⁷.

Conforme a lo observado, se cuenta con plena información tanto del precio como de la cantidad para el cálculo de los ingresos operativos de un productor agropecuario derivados de la producción de maíz. Por lo tanto, ya ha sido definido como llegar al valor bruto de producción, el cual se expresará en dólares por hectárea. Todo ingreso en pesos será expresado en dólares utilizando el tipo de cambio de referencia Comunicación "A" 3500 del Banco Central de la República Argentina.

Se entiende por costos de producción al conjunto los costos directos e indirectos necesarios para la producción de una mercancía, maíz en este caso. Por ende, debe incluirse en este grupo todo costo en el que un productor incurre desde el momento que siembra hasta que concluye la actividad principal con la cosecha del maíz. Dentro de los costos operativos pueden distinguirse al menos 4 grandes rubros:

- Labores y servicios: incluye labores de siembra, pulverización y fertilización. Para cada cultivo se utilizarán las cantidades recomendadas según el Relevamiento de

⁶ Precio del producto que figura en el panel de cotizaciones del mercado en el que se negocia.

⁷ Dato obtenido de la publicación del Decreto 1060/2020 en el Boletín Oficial de la República Argentina el 30 de diciembre del año 2020.

Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) y los precios provistos por la Revista Márgenes Agropecuarios.

- Insumos: este rubro incluye los costos de semillas, fertilizantes, herbicidas e insecticidas. Las cantidades se toman de los planteos productivos representativos del Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) y los precios serán obtenidos de la Revista Márgenes Agropecuarios. Se utiliza el promedio de los meses de pre-siembra.
- Gastos de comercialización: son aquellos que posibilitan el proceso de venta de los bienes o servicios de una empresa a sus clientes. Es decir, surgen como consecuencia de colocar los productos o servicios en el mercado. Dentro de este grupo se encuentran los gastos de corretaje o comisiones y los costos de flete.
- Otros costos: aquí se incluyen seguros, comisiones de acopio, secado, y cualquier otro tipo de costo que no se encuentre incluido en los rubros anteriores.

El costo de arrendamiento será contemplado más allá de si el productor agropecuario es o no es propietario de la tierra. Para un productor agropecuario dueño de su tierra, el costo de oportunidad es, ni más ni menos, la renta que percibiría si en vez de producir en su terreno, se lo arrendara a algún tercero para su uso. Se calcula el costo de alquiler como un porcentaje del rendimiento del maíz. Se utilizará el 25% de los ingresos brutos conforme a lo estipulado en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

El margen bruto será igual a la diferencia entre el valor bruto de producción menos los costos totales, los cuales incluyen a los costos directos y los gastos de comercialización. Al restarle al margen bruto el costo de alquiler, se llega al margen neto.

De acuerdo a lo ya mencionado anteriormente el resultado operativo se expresará tomando ingresos y costos por hectárea. La estructura del mismo será la siguiente:

Cuadro 1: márgenes de la producción de maíz

VALOR BRUTO DE PRODUCCIÓN	Precio (usd/ton) x Rendimiento (ton/ha)
menos	
COSTOS TOTALES	En dólares por hectárea
Labores y servicios	
Insumos	
Gastos de comercialización	
Otros costos	
MARGEN BRUTO	VBP - COSTOS TOTALES
menos	
Costo de alquiler	
MARGEN NETO	MARGEN BRUTO - COSTO ALQUILER

Fuente: elaboración propia en base a "Informe de Márgenes Agrícolas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

7.1. Impacto de la incorporación del cultivo de vicia villosa en el resultado operativo de la producción de maíz

Ahora bien, teniendo en cuenta que en este trabajo se desea estudiar la aplicación de la vicia villosa como cultivo de cobertura del maíz, cabe preguntarse cómo se incorporaría su implementación al resultado operativo. Vale decir que su inclusión en el mismo se apreciará por una doble vía, ya que impactará tanto en los ingresos como en los costos.

En primer lugar, se han destacado a lo largo del trabajo las numerosas ventajas de la vicia villosa en dicha función de cobertura o servicio. Como bien se expresó, varias de sus aportaciones tenían un impacto directo en la vida del suelo y, consecuentemente, en su productividad. Por lo tanto, la inclusión de la vicia villosa en los ingresos se observará por su impacto en un incremento del rendimiento de maíz por hectárea cultivada. Más adelante en el trabajo, cuando se ejemplifiquen con casos prácticos experimentales ya realizados en la

Argentina, se mostrarán en detalle las variaciones porcentuales que se visibilizan en la producción del maíz a partir de la inclusión de la vicia.

En segundo lugar, incorporar vicia villosa tendrá dos repercusiones contrapuestas en los costos: una directa y otra indirecta. El impacto directo en los costos es el que se visibiliza con mayor facilidad y es el que se explica por los costos involucrados en la aplicación de la vicia villosa. Dentro de estos costos directos de la vicia hay varios rubros que deben ser mencionados: costo de las semillas de vicia, costos de la siembra de la vicia villosa y los costos asociados al secado químico de la vicia villosa. En contraposición, la repercusión indirecta en los costos totales de la producción de maíz asociados a la implementación de vicia villosa se deben a que gracias a dicho cultivo de cobertura, se puede reducir la utilización de químicos sintéticos. La justificación radica en que la vicia villosa le hará aportes de nitrógeno y carbono al suelo y estos elementos se harán más presentes que si no se realizara el cultivo de la misma. La mayor reducción de costos por esta vía se refleja en que, con la implementación del cultivo de cobertura de vicia, se evitará el gasto en urea, que es el fertilizante nitrogenado utilizado por excelencia.

8. Casos prácticos: evaluación de márgenes en producciones de maíz antecedidas por vicia villosa

Con el objeto de ahondar sobre la rentabilidad o no del método de producción de maíz propuesto en el presente trabajo, resulta pertinente evaluar diversos casos prácticos. Se observarán investigaciones y estimaciones de márgenes resultantes de la adopción de la vicia villosa como cultivo de cobertura del maíz. Habrá que analizar el impacto de la adopción de la vicia en términos de productividad, costos y, en definitiva en el margen neto del productor. Por otra parte, estos resultados serán comparados con la alternativa de producción del maíz no antecedido por vicia villosa como cultivo de cobertura.

De las comparaciones entre estos dos modos de producción propuestos (con o sin cultivo de cobertura de vicia villosa), es que surgirán las conclusiones sobre si esta técnica es o no es rentable. Además de las variables cuantitativas mencionadas (producción, costos y rendimientos), se buscarán incluir al análisis factores cualitativos para la toma de una decisión. Entre estos aspectos pueden mencionarse el impacto en la calidad del suelo, afectación o disminución del impacto al medio ambiente, entre otros.

8.1. Ensayos en Marcos Juárez

Se tomará en este capítulo el informe “Estabilidad de rendimientos y disminución de costos en maíces tardíos complementados con antecesor vicia” publicado por INTA Marcos Juárez el día 31 de julio del 2019.

Para la elaboración de este estudio se utilizaron datos medios de ensayos realizados por parte de INTA Marcos Juárez sobre un suelo típico. Se realizaron dos análisis. El primero, con datos de 4 campañas de maíz tardío: 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 y 2013/2014. Los ensayos se realizaron en parcelas divididas, donde el factor principal fue el antecesor al maíz tardío: vicia como cultivo de cobertura y barbecho sin cultivo de cobertura. El factor secundario fue la fertilización nitrogenada en maíz tardío con dos niveles: 0 y 100 kg de nitrógeno por hectárea. El segundo análisis se realizó con datos de 8 campañas, donde se comparó el rendimiento de maíz tardío sobre vicia y barbecho sin fertilización para obtener la respuesta media al antecesor vicia.

El maíz fue en todos los casos sembrado en la primera semana de diciembre. El control de malezas en barbecho se realizó con 3 aplicaciones pre-siembra de maíz y una posterior de emergencia, mientras que en vicia se realizaron 2 aplicaciones, una para el secado químico de vicia y otra en el estadio V6 de maíz⁸. La fertilización se realizó con urea. Los costos directos se expresaron en dólares por hectárea, tomando precios de referencia para cada uno de los insumos utilizados en cada alternativa evaluada.

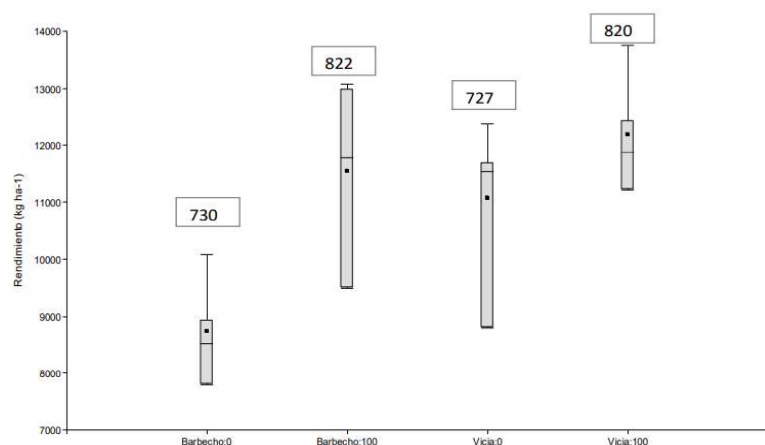
⁸Etapa en la que el punto de crecimiento de la planta de maíz está próximo a la superficie.

Cuadro 2: labores en maíz tardío para ambos antecesores

Antecesores Labores	Barbecho		Vicia	
	Sin N	Con N	Sin N	Con N
Siembra Maíz	X	x	x	x
Siembra Vicia			x	x
Fertilización nitrogenada		x		x
Herbicidas Barbecho largo	x	x		
Herbicidas Barbecho intermedio	x	x		
Herbicidas Pre siembra	x	x	x	x
Herbicidas Post emergencia	x	x	x	x

Labores realizados en maíz tardío con antecesor barbecho y vicia. Fuente: Informe “Estabilidad de rendimientos y disminución de costos en maíces tardíos complementados con antecesor vicia” de INTA Marcos Juárez.

El rendimiento medio de maíz tardío con antecesor vicia con fertilización fue mayor y presentó techos y pisos más altos de rendimiento, mientras que barbecho sin fertilización se encontró en la situación de menores techos y pisos de rendimientos. La alternativa de barbecho con fertilización nitrogenada, presentó mayor rendimiento (473 kg por hectárea más) y mayor costo directo (95 U\$\$) que vicia sin fertilización. Por último, la alternativa de vicia con fertilización, fue la que maximizó los beneficios, ya que presentó iguales costos que barbecho con fertilización pero mayor rendimiento medio (648 kg por hectárea más).

Figura 2: rendimientos y costos en la producción de maíz

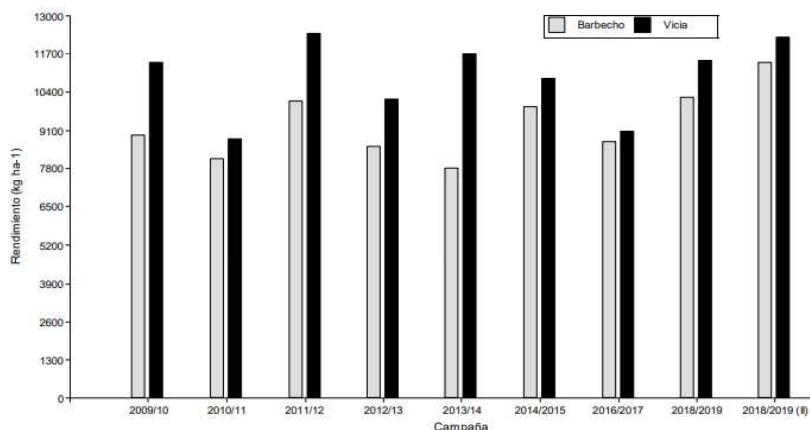
Fuente: Informe “Estabilidad de rendimientos y disminución de costos en maíces tardíos complementados con antecesor vicia” de INTA Marcos Juárez.⁹ Los cuadros encima de cada barra reflejan los costos directos de cada alternativa en dólares por hectárea.

De la observación del cuadro que expone las labores realizadas para cada alternativa, se visualiza rápidamente que al implementar vicia villosa como cultivo de cobertura, se reducen los costos directos al permitir prescindir del uso de herbicidas. Por otro lado, aparece al incorporar la vicia implica costos para su siembra que obviamente en las alternativas de barbecho no existen. Sin embargo, al observar el gráfico de cajas, se aprecia que para los mismos niveles de fertilización nitrogenada (Barbecho 0 vs Vicia 0; Barbecho 100 vs Vicia 100), las alternativas con vicia villosa implicaron ligeramente unos menores costos directos (en dólares por hectárea), al tiempo que mayores rendimientos (en kilogramos de maíz por hectárea).

⁹Los números 0 y 100 en el eje de las abscisas reflejan los kilogramos que se aplicaron de urea en cada caso.

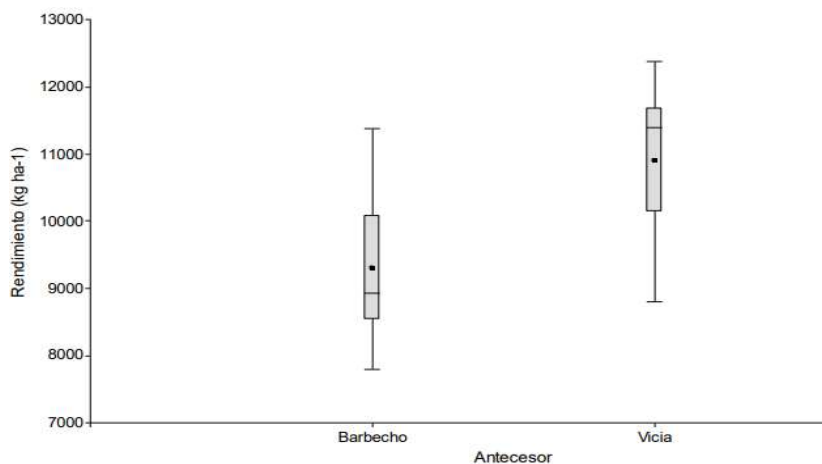
En el segundo análisis realizado, el rendimiento de maíz sobre diferencias estadísticas significativas, siendo mayor en el antecesor vicia (1602 kilogramos por hectárea). Esta diferencia fue consistente a través de los años, ya que en absolutamente todas las campañas observadas, los rendimientos fueron mayores al incluir vicia villosa como cultivo de cobertura frente al barbecho. Esto puede apreciarse en el siguiente gráfico:

Figura 3: rendimientos en distintas campañas



Fuente: Informe “Estabilidad de rendimientos y disminución de costos en maíces tardíos complementados con antecesor vicia” de INTA Marcos Juárez.

Figura 4: rendimientos y costos en la producción de maíz



Fuente: Informe “Estabilidad de rendimientos y disminución de costos en maíces tardíos complementados con antecesor vicia” de INTA Marcos Juárez.

Tomando todas las campañas, el rendimiento medio de la producción de maíz con antecesor vicia fue mayor en un 17% respecto al rendimiento del maíz antecedido por barbecho. A su vez, a partir de la observación del gráfico de cajas se aprecia que, en promedio, tanto el piso como el techo de rendimiento, fueron superiores cuando el maíz fue antecedido por el cultivo de cobertura de vicia.

Los resultados derivados de ambos análisis demuestran que la utilización de la vicia villosa como cultivo de cobertura antecesor del maíz, tiene un enorme potencial para el departamento de Marcos Juárez, ya que fue la alternativa de mayor rendimiento y estabilidad de los mismos, a la vez que sin fertilización disminuyó los costos directos por una menor necesidad de aplicaciones de herbicidas para el control de malezas. Los márgenes netos fueron superiores con incorporación de vicia villosa, tanto por mayores rendimientos como por menores costos directos. Dentro de las dos alternativas de vicia (con o sin fertilización nitrogenada) la que tuvo un mejor desempeño en términos del resultado económico fue la alternativa de vicia + fertilización nitrogenada, ya que los mayores costos directos fueron más que compensados por el mayor rendimiento del maíz en kilogramos por

hectárea. Sin embargo, a los fines del presente trabajo, se profundizará exclusivamente en la comparación entre las alternativas barbecho + urea frente a vicia sin urea. Esto debido a la intencionalidad de evaluar el efecto en la renta económica de la tierra al disminuir la utilización de químicos en la producción agropecuaria y reemplazarla por un sistema productivo sustentable.

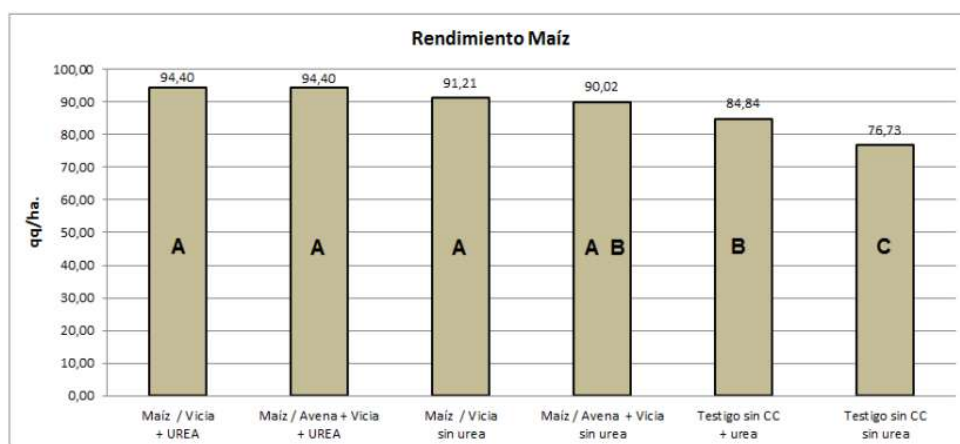
Para comparar los márgenes entre la alternativa de barbecho + urea frente a vicia sin urea, tomamos el precio del maíz con vencimiento junio 2013, el cual fue de 181 dólares por tonelada (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2013). Multiplicando dicho precio por el diferencial de rendimiento, 0,473 toneladas por hectárea superiores para la opción barbecho + urea pero contemplando los mayores costos directos de esta misma alternativa en 95 dólares, se llega a que el margen neto habría sido superior en 9,39 dólares por hectárea al optar por el cultivo de cobertura de la vicia villosa y prescindiendo del uso de la urea. Sin embargo, más adelante será incorporado en la evaluación el costo de oportunidad de la utilización de la vicia villosa previa al cultivo de maíz, al considerar el margen neto de la producción de trigo que se habría alcanzado en la campaña 2012 si se optaba por producir trigo en vez de utilizar los campos para la vicia villosa.

8.2. Experiencia en La Carlota

Se tomará en este capítulo el informe de INTA La Carlota (2013) “Efecto del cultivo de cobertura sobre el cultivo de maíz en La Carlota y análisis del margen bruto”. El mismo describe los resultados de estudios realizados en diferentes campos de la zona en los cuales se sembró maíz. Sólo en algunos se incorporó a la vicia villosa como cultivo de cobertura, mientras que en otros casos se optó por el barbecho. A su vez, para otros campos se realizó un cultivo de cobertura de vicia villosa + avena. Para los 3 tipos de alternativas para anteceder al maíz (barbecho, vicia villosa, vicia villosa + avena), se utilizó en algunos casos urea (fertilización nitrogenada) mientras que se prescindió de la misma en otros.

Los resultados arrojados por estos ensayos se pueden observar en el siguiente gráfico:

Figura 5: rendimiento maíz para cada alternativa



Fuente: Informe “Efecto del cultivo de cobertura sobre el cultivo de maíz en La Carlota y análisis del margen bruto” publicado por INTA La Carlota.

Para los casos en los que se utilizó urea, tanto los rindes de maíz con antecesor vicia, como los que fueron anteceditos por la combinación vicia + avena, fueron de 94,4 quintales por hectárea (9,4 toneladas), mientras que sin cultivo de cobertura pero con urea, fueron de 84,84 quintales por hectárea (8,48 toneladas). Los peores rendimientos en maíz se observaron en los campos en los que no se incorporó ni urea ni cultivos de cobertura, y fueron de 76,73 quintales por hectárea. Dentro de las alternativas en las que no se utilizó urea, los mejores rendimientos se presentaron al incluir como cultivo de cobertura únicamente a la vicia villosa, los mismos representaron 91,21 quintales por hectárea (9,12

toneladas) y estuvieron tan solo a 3 quintales por hectárea (aproximadamente un 3,5% menores) que los rendimientos máximos que son los que han sido alcanzados con vicia + urea.

A la hora de estudiar los resultados operativos de las distintas alternativas producción, los autores optaron por comparar sólo 2 de ellas: vicia sin urea frente a la opción de utilizar urea pero sin cultivo de cobertura.

Cuadro 3: margen bruto maíz con vicia sin urea:

Rendimiento	qq/ha	91,20
Precio del maíz Junio / 2013	US\$ / qq.	18,10
Ingresos Brutos	US\$ / ha.	1650,72
Gastos de comercialización	US\$ / ha.	645,43
Ingreso Neto	US\$ / ha.	1005,29
Labranzas	US\$ / ha.	112,84
Semilla	US\$ / ha.	282,36
Agroquímicos + fertilizantes	US\$ / ha.	156,28
Cosecha	US\$ / ha.	103,00
Costos Totales	US\$ / ha.	654,48
Margen Bruto	US\$ / ha.	350,81

Cuadro 4: margen bruto maíz sin vicia con urea:

Rendimiento	qq/ha	84,84
Precio del maíz Junio / 2013	US\$ / qq.	18,10
Ingresos Brutos	US\$ / ha.	1535,60
Gastos de comercialización	US\$ / ha.	600,42
Ingreso Neto	US\$ / ha.	935,18
Labranzas	US\$ / ha.	82,62
Semilla	US\$ / ha.	223,00
Agroquímicos + fertilizantes	US\$ / ha.	237,98
Cosecha	US\$ / ha.	103,00
Costos Totales	US\$ / ha.	646,60
Margen Bruto	US\$ / ha.	288,59

Fuente: Informe "Efecto del cultivo de cobertura sobre el cultivo de maíz en La Carlota y análisis del margen bruto" publicado por INTA La Carlota.

De acuerdo a lo publicado en el informe en cuestión, la producción de maíz con antecesor vicia generó ingresos netos de 1005,29 dólares por hectárea y fueron superiores a los 935 dólares por hectárea derivados de la producción con uso de urea pero sin vicia. Por su parte, los costos totales fueron apenas inferiores para la alternativa urea sin vicia (646,6 dólares por hectárea contra 654,48 dólares por hectárea). En conclusión, la alternativa vicia sin urea generó un margen bruto de 350,81 dólares por hectárea y fue superior en 62,22 dólares por hectárea sobre la otra alternativa, un 21,56% más alto.

Tanto para el caso de Marcos Juarez como para el de La Carlota, debe incorporarse al análisis comparativo el ya mencionado costo de oportunidad asociado a la vicia villosa previa al maíz. Para ello, se expondrán los márgenes de la producción de trigo. De acuerdo a la fecha de ambos estudios experimentales, se utilizarán los márgenes de la producción de trigo a cosechar en diciembre 2012. Todos los datos son expresados en dólares. Los rindes son los que se estimaban para el sur y sureste de la provincia de Córdoba en dicha campaña. El valor del alquiler es el sugerido por la revista "Márgenes Agropecuarios". Los

valores restantes son tomados del informe “Análisis de costo beneficio del cultivo de trigo en la campaña 2012/2013” publicado por INTA Marcos Juarez y son los siguientes:

Cuadro 5: margen bruto trigo 2012

MARGEN BRUTO TRIGO CAMPAÑA 2012	
RINDE (toneladas por hectárea)	3,00
PRECIO (dólares por tonelada)	161,17
INGRESOS BRUTOS (dólares por hectárea)	483,51
LABORES	67,35
INSUMOS	137,64
COSTOS DE PRODUCCIÓN	204,99
GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN	50,20
MARGEN BRUTO	228,31
ALQUILER (25% de los ingresos brutos)	120,88
MARGEN NETO (dólares por hectárea)	107,44

Fuente: elaboración propia en base a los datos del informe “Análisis de costo beneficio del cultivo de trigo en la campaña 2012/2013” publicado por INTA Marcos Juarez.

Se puede apreciar que el margen neto estimado para la producción de trigo en la campaña 2012/2013 era de 107,44 dólares por hectárea. Este margen neto es de gran relevancia, ya que para comparar la rentabilidad de la producción con o sin vicia villosa, lo adicionaremos al resultado económico de la alternativa de producción de maíz que realiza fertilización nitrogenada con urea y no incorpora al cultivo de cobertura.

8.3. Estimaciones en Bandera, Santiago del Estero

Para el desarrollo de este capítulo, se expondrá la información recolectada a partir de una entrevista a un productor de maíz en la región conocida como “Sudeste Santiagueño”, y cuyas producciones se radican puntualmente en los alrededores de la localidad de Bandera, en la provincia de Santiago del Estero. Esta fuente calificada entrevistada, a la cual denominaré “ER” es ingeniero agrónomo y productor agropecuario.

“ER” ha realizado estimaciones de producción y costos para dos alternativas de siembra:

- Implementación del cultivo de cobertura de vicia villosa y luego maíz.
- Trigo y luego maíz.

Por tal motivo, “ER” realizó dos estimaciones de márgenes distintas, las cuales luego comparó para tomar una decisión. Hay que entender que estas dos alternativas son contrapuestas porque tanto el trigo como la vicia villosa son cultivos de invierno: ambos se siembran en esa época del año. De esta razón surge que, en caso de seleccionar la alternativa de incluir vicia villosa como cultivo de cobertura del maíz debe contemplarse un nuevo costo de oportunidad, representado por los rendimientos de trigo que no se estarían produciendo. Más allá de que pueda pensarse que la decisión maximizadora de beneficios económicos sería aquella en la que se incluyen los cultivos tanto de maíz como de trigo porque permitiría captar los beneficios de ambas producciones, el entrevistado explicó diversos factores a tener en cuenta que ante determinadas circunstancias generan que la opción preferida sea la de incorporar la vicia como antecesora del maíz, aun a pesar de que esto implique prescindir de la posibilidad de producir trigo.

En primer lugar, debe destacarse que el rinde del trigo depende de las reservas hídricas existentes en el suelo. De acuerdo a las condiciones en la región de Bandera, el entrevistado aclara que cómo mínimo deben existir 250 milímetros de agua por hectárea para que producir trigo sea rentable. Más allá de eso, de acuerdo a sus estimaciones, los rindes de trigo con ese nivel de reservas hídricas serían pobres, de aproximadamente 25 quintales por hectárea (2,5 toneladas). De este primer aspecto ya se puede entender que

ante menores niveles de agua en el suelo que los 250 milímetros, la producción de trigo dejaría de ser tenida en cuenta y la inclusión de la vicia villosa previo al maíz pasaría a competir exclusivamente con el barbecho.

Otro aspecto relevante es que, como se verá en los márgenes estimados, los costos de producción de maíz con o sin vicia villosa no son exactamente iguales. La vicia villosa generará por un lado un aumento en los costos de producción debido a las erogaciones requeridas para adquirir las semillas y para la siembra. Sin embargo, reduce costes al disminuir el uso de algunos herbicidas (por sus propiedades la vicia villosa compite con las malezas) y porque permite que se prescindiera de la urea (fertilizante nitrogenado). De acuerdo con el entrevistado, no utilizar urea tiene un impacto sumamente significativo en la reducción de costos de producción del maíz ya que se requieren 100 kilogramos de urea por hectárea y el precio de la urea al momento de sus estimaciones era de 66 dólares los 100 kilogramos.

Para definir el valor monetario de sus costos de producción, “ER” tomó todos los precios al momento de realizar la estimación, mientras que para los precios de los granos, utilizó los precios del mercado a futuro con vencimientos en los momentos correspondientes a las cosechas. Por ende, para la estimación de los ingresos por producción de maíz utilizó “Maíz Julio 2022”, mientras que para la estimación de los márgenes del trigo, utilizó el precio “Trigo Diciembre 2021”. Todas las expresiones en su estimación fueron denominadas en dólares por hectárea. En cuanto a las proyecciones de rindes, los mismos los ha estimado en base a su experiencia local.

Cuadro 6: márgenes maíz

ESTIMACIÓN DE MÁRGENES BRUTO Y NETO DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ		
CONCEPTO	CON VICIA VILLOSA	SIN VICIA VILLOSA
RINDE ESTIMADO (toneladas por hectárea)	8,50	6,50
MAÍZ JUL 2022 (dólares por tonelada)	\$ 170,00	\$ 170,00
INGRESOS BRUTOS (dólares por hectárea)	\$ 1.445,00	\$ 1.105,00
LABRANZAS	\$ 88,50	\$ 63,00
SEMILLAS	\$ 150,80	\$ 106,30
AGROQUÍMICOS	\$ 29,90	\$ 126,20
SEGURO	\$ 6,80	\$ 6,80
SEGUIMIENTO	\$ 10,00	\$ 10,00
COSECHA	\$ 90,00	\$ 90,00
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 376,00	\$ 402,30
COMISIONES (1% de los ingresos brutos)	\$ 14,45	\$ 11,05
FLETE (usd por tonelada)	\$ 255,00	\$ 195,00
MARGEN BRUTO	\$ 799,55	\$ 496,65
ALQUILER (25% de los ingresos brutos)	\$ 361,25	\$ 276,25
MÁRGEN NETO (dólares por hectárea)	\$ 438,30	\$ 220,40

Fuente: márgenes de la producción de maíz elaborados por el entrevistado.

De acuerdo a lo presentado en las estimaciones de los márgenes de la producción de maíz realizadas por ER, pueden apreciarse diversas diferencias entre las opciones con o sin vicia villosa. Dichas diferencias son:

1. La inclusión de vicia villosa incrementa los rindes de 6,5 toneladas por hectárea (65 quintales) a 8,5 toneladas por hectárea (85 quintales). En términos porcentuales, el incremento en los rendimientos derivados de la incorporación de la vicia villosa es del 30,77%.
2. Los costos generados por las labranzas y las semillas son mayores con vicia villosa que sin la misma. Esto se debe a que la siembra de la vicia implica mayores labores y al mismo tiempo deben comprarse sus semillas.
3. Los costes de los agroquímicos son sustancialmente mayores cuando se produce maíz sin vicia. Estos diferenciales los explican los mayores gastos en herbicidas, y por sobre todas las cosas, el costo de la urea.
4. Teniendo en cuenta que tanto los gastos de comisiones, flete y alquiler se expresan como porcentajes de los ingresos brutos, al ser mayores dichos ingresos cuando se

incluye el cultivo de cobertura de vicia villosa, el valor monetario de estos gastos también es mayor.

Luego de repasar las diferencias entre las dos alternativas, se llega a que el margen neto de la producción de maíz antecedido por vicia villosa como cultivo de cobertura es de 438,30 dólares por hectárea (217,90 dólares por hectárea más que sin vicia villosa). En términos porcentuales, si se incorpora el cultivo de cobertura de vicia villosa, el margen neto será un 98,87% superior. Es decir, para la producción de maíz en Bandera, según las estimaciones de ER, prácticamente se duplicarían los beneficios económicos.

Ahora bien, en esa comparación no se está teniendo en cuenta el resultado operativo derivado de la producción de trigo. Conforme a las proyecciones realizadas por ER, los márgenes de producir trigo en la localidad de Bandera, Santiago del Estero, son los siguientes:

Cuadro 7: márgenes trigo

ESTIMACIÓN DE MÁRGENES DE LA PRODUCCIÓN DE TRIGO	
RINDE ESTIMADO (toneladas por hectárea)	2,50
TRIGO DIC 2021 (dólares por tonelada)	\$ 200,00
INGRESOS BRUTOS (dólares por hectárea)	\$ 500,00
LABRANZAS	\$ 47,00
SEMILLA	\$ 36,00
AGROQUÍMICOS	\$ 87,60
SEGURO	\$ 6,00
SEGUIMIENTO	\$ 10,00
COSECHA	\$ 45,00
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$ 231,60
COMISIONES (1% de los ingresos brutos)	\$ 5,00
FLETE (usd por tonelada)	\$ 75,00
MARGEN BRUTO	\$ 188,40
ALQUILER (25% de los ingresos brutos)	\$ 125,00
MÁRGEN NETO (dólares por hectárea)	\$ 63,40

Fuente: márgenes de la producción de trigo elaborados por el entrevistado.

Conforme se observa, el entrevistado proyectó que los rindes potenciales de trigo serían de 2,5 toneladas por hectárea (25 quintales por hectárea). Citando al entrevistado “25 quintales por hectárea es un rendimiento pobre, y se explica por el bajo nivel de reservas de agua en el suelo, apenas superiores a los 250 milímetros”. El margen neto de la producción de trigo proyectado por ER es de 63,4 dólares por hectárea.

De la comparación final, se ve que el margen neto producido por la alternativa trigo + maíz es de 283,8 dólares por hectárea. A pesar de tener en cuenta el beneficio generado por la producción de trigo, esta alternativa combinada ofrece un rendimiento de 154,5 dólares menos por hectárea (54,50%) que la opción de producir maíz con cultivo de cobertura de vicia villosa.

Según los cálculos del entrevistado, recién habría equivalencias entre los márgenes generados por ambas alternativas cuando el rendimiento del trigo fuese de 38 quintales por hectárea (3,8 toneladas), lo cual en la región de Bandera supone la existencia de unas reservas de agua en el suelo pre siembra increíblemente altas, además de la necesidad de que las lluvias acompañen la temporada de trigo. Sin embargo, aún así postula que esta equivalencia sería reflejada en el resultado de explotación de un único ejercicio económico. Ya que conforme a lo expuesto por ER “no incorpora cuestiones no observadas a simple vista como las mejoras a largo plazo en la calidad de los suelos y el menor impacto al medio ambiente. Por eso es que la vicia ofrece además de ventajas económicas de corto plazo, la posibilidad de mejores resultados a largo plazo, y la satisfacción de adoptar un método producción más sustentable”.

9. Comparación de los casos presentados.

En esta sección se realiza una comparación de los resultados arrojados por los tres casos expuestos, tomando únicamente el contraste entre dos alternativas: por un lado urea, por el otro vicia villosa. Se escoge entre estas dos alternativas distintas la de mejor desempeño en cada uno de los casos. Se exponen de un modo simplificado, de acuerdo a los números ya expuestos anteriormente.

Cuadro 8: comparación de los resultados de cada caso

	Marcos Juarez	La Carlota	Bandera
Mayores rindes	Urea	Vicia Villosa	Vicia villosa
Menores costos	Vicia villosa	Vicia villosa	Vicia villosa
Mayor margen neto	Vicia villosa	Vicia villosa	Vicia villosa
Mejor alternativa introduciendo el costo de oportunidad de la vicia villosa(margen neto de la producción de trigo)	Urea	Urea	Vicia villosa

En todos los casos, el margen neto de la producción de maíz fue superior para la opción vicia villosa. Sin embargo, mientras que en La Carlota y Bandera la vicia fue superior tanto por mayores rindes como por menores costos de producción, en Marcos Juarez los rindes utilizando urea fueron mayores (recordar que la mejor alternativa en rindes fue la de realizar el cultivo de cobertura de vicia villosa y además fertilizar con urea, pero dicha alternativa no entra en esta comparativa dados los fines del trabajo).

Cuando introducimos el margen neto de la producción de trigo, los resultados varían según cada caso. Mientras que para Bandera sigue siendo conveniente optar por la vicia villosa, en Marcos Juarez y La Carlota, se obtienen mayores beneficios al combinar trigo y maíz, fertilizando las tierras con urea.

10. Los factores no observables

En el capítulo anterior se han evidenciado tres experiencias distintas en las cuales se lograron resultados económico diversos según la región al producir maíz incorporando a la vicia villosa como cultivo de cobertura o bien produciendo trigo antes del maíz. Ahora bien, hay otros factores que hacen más ventajosa la implementación de la vicia villosa. Estos factores son los que denomino como no observables, por no poder apreciarse explícitamente en la comparación de márgenes de una campaña.

Como se mencionó anteriormente, para todo productor agropecuario, el factor de producción tierra debe ser también entendido como un bien de capital, ya que los campos no son pensados solamente para generar excedentes en una única campaña. Implementar aquellas técnicas productivas que creen valor en el suelo, deben entenderse como inversiones a largo plazo. Es por ello que incluir como antecesor del maíz el cultivo de vicia villosa, debe ser comprendido cómo algo que va más allá de cualquier incremento en los beneficios al corto plazo, sino como una técnica productiva que supondrá mejoras sostenibles en la vida del suelo en el que se la cultive. De acuerdo a los expertos, los aumentos en la productividad del maíz por el cultivo de cobertura pueden extenderse mucho más allá que la cosechposterior (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [INTA], 2013), perdurando los beneficios durante años. A pesar de no poder cuantificar esas mejoras en un único ejercicio, estas deberían ser tomadas en consideración.

Otra cuestión que no se visibiliza al analizar los márgenes pero que no debe ser excluida, es la ventaja de la inclusión de la vicia villosa para disminuir el impacto al medio ambiente. Como ya se ha destacado, el cultivo de vicia villosa fija carbono al suelo, lo que permite disminuir la huella de carbono. Al mismo tiempo evita la utilización de un fertilizante nitrogenado sintético como es la urea al fijar nitrógeno atmosférico en el suelo mediante un proceso natural.

11. Comentarios finales

El aspecto concluyente a la hora de tomar la decisión de producción entre las dos alternativas expuestas en el trabajo será el del costo de oportunidad de la vicia villosa. Claro está que el mismo será mayor cuanto más volumen de producción de trigo se sacrifique por incorporar a la vicia villosa. Por lo tanto, podría pensarse que la incorporación de la vicia villosa será más recomendable para aquellas regiones en las cuales los rindes de trigo sean menores. Por su parte, cuando se desee tomar una decisión comparando los márgenes netos de una única campaña, en las zonas donde las tierras son más productivas, convendrá optar por producir trigo previo al maíz.

No obstante, parece poco prudente suponer que un productor agropecuario, propietario de las tierras en las que produce, compare alternativas de producción considerando exclusivamente los márgenes de una única campaña. También será de su interés incrementar la calidad de su suelo, que es su capital, buscando métodos y esquemas de rotación de cultivos que conduzcan a los mayores rendimientos también a mediano y largo plazo.

A pesar de que no sería óptimo sacar conclusiones determinantes de un análisis de una cantidad tan reducida de ensayos, sus resultados sí deben conducir a incursionar más seriamente en nuevos estudios sobre el tema en cuestión, tanto por el análisis de aspectos económicos como por las mejoras a la calidad del suelo y por ser una alternativa de producción agropecuaria que genera un menor impacto en el medio ambiente.

Aunque en el presente trabajo no se cuente con relevamientos sobre experiencias de maíz antecedido por vicia villosa en todas y cada una de las regiones productoras de maíz de la Argentina, los tres casos expuestos brindaron fundamentos más que convincentes para sugerir que la vicia villosa como antecesora del maíz sea al menos tomada en consideración, en pos de alcanzar un modo de producción económicamente ventajoso, y al mismo tiempo sustentable.

Bibliografía:

- Andrade, F.; Botta, G.; Carrete, J.; Cepeda, S.; Cirilo, A.; Eyhérabide, G.; Ferrer, M.; GimenezPecci, M.; Gonzalez, M.; Iannone, N.; Iglesias, J.; Laguna, I.; Leiva, P.; Lorea, R.; Maddonni, G.; Mroginski, E.; Muñoz, R.; Otegui, M.; Ponsa, J.; Presello, D.; Robutti, J.; Rossi, A.; Scheneiter, O.; Totis de Zeljkovich, L.; Valentinuz, O.; Vega, C. *Bases para el manejo del cultivo del maíz*. Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino, octubre de 2015.
- Anselmi, H.; Feresin, P. *Efecto del cultivo de cobertura sobre el cultivo de maíz en La Carlota y análisis del margen bruto*. Agencia de Extensión Rural. INTA La Carlota, agosto de 2013.
- Beltrami, J.; Cura, L. *Evaluación de diferentes alternativas de manejo de suelo durante el invierno y su impacto sobre malezas, contenido de agua, disponibilidad de nitrógeno y el rendimiento de maíz tardío (Zea mays, L.)* (Trabajo Final de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Villa María, noviembre 2018.
- Bertolotto, M. y Marzetti, M. *Manejo de malezas problema. Cultivos de cobertura. Bases para su manejo en sistemas de producción*. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, septiembre de 2017.
- Cazorla, C.; Baigorria, T.; Belluccini, P.; Ioele, J. *Estabilidad de rendimientos y disminución de costos en maíces tardíos complementados con antecesor vicia*. Estación Experimental Agropecuaria INTA Marcos Juárez y Agencia de Extensión Rural INTA Corral de Bustos, julio de 2019.
- Dughetti, A.; Iurman, D.; Marinissen, J.; Galantini, J.; Vanzolini, J.; Renzi, J.; De la Rosa Fernández, L.; Vigna, M.; Cantamutto, M.; Kiehr, M.; Baffoni, P.; Gigón, R.; López, R.; Delhey, R.; Nadal, S.; Frayssinet, S. *Vicias: Bases agronómicas para el manejo en la Región Pampeana*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. INTA, noviembre de 2013.
- Ghida Daza, C.; Urquiza, B. *Análisis de costo beneficio del cultivo de trigo en la campaña 2012/2013*. Estación Experimental Agropecuaria INTA Marcos Juárez, agosto de 2013.
- Miazzo, D.; Pisani Claro, N. *El campo argentino en números*. Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina, septiembre de 2019.
- ReTAA- Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada. *Cultivos de Cobertura*. Departamento de Investigación y Prospectiva. Informe Mensual Número 42, marzo de 2021.
- Tejeda Rodríguez, A.; Gianatiempo, J.; Iburguren, M. *Informe de Márgenes Agrícolas*. Bolsa de Cereales. Instituto de Estudios Económicos, mayo de 2021.

Fuentes consultadas:

- <https://www.bolsadecereales.com/>
- <https://inta.gob.ar/marcosjuarez>
- <https://inta.gob.ar/lacarlota>
- <https://intainforma.inta.gob.ar/>
- <http://aapresid.org.ar/>
- <https://www.bcr.com.ar/es>
- <https://www.margenes.com/>
- <https://www.infocampo.com.ar/>
- <https://news.agrofy.com.ar/>
- <https://fundacionfada.org/>