



Prueba de una Alternativa Grano/Cerdo en el Modelo Meta Altillanura

J. Lowenberg-DeBoer

Profesor Emerito de Economía Agrícola, Purdue University
Elizabeth Creak Chair in Agri-Tech Economics, Harper Adams University

Paul V. Preckell

Profesor, Departamento de Economía Agrícola
Purdue University

Fredy Alexander Gonzalez Rodriguez

PorkColombia - <http://miporkcolombia.co>

Contacto: orinoquia@purdue.edu

Introducción - La región de Altillanura tiene el potencial de producir maíz, soya, arroz y otros granos, pero los costos de transporte son muy altos y, en consecuencia, la rentabilidad del envío de granos a otras partes de Colombia o la exportación es cuestionable. En los EE.UU., Canadá y otras partes del mundo, las regiones productoras de granos que tienen altos costos de transporte a menudo recurren a la alimentación del ganado como una forma de agregar valor a sus productos y simultáneamente reducir los costos de transporte mediante el envío de una pequeña cantidad de un producto de mayor valor (es decir, carne). Esta es la estrategia seguida por la empresa Aliar (<http://www.aliar.com.co/WebAliar/site/index.html>) en su finca La Fazenda en el departamento de Meta. La Fazenda produce maíz y soya que se procesan para alimentar y alimentar a los cerdos. Los cerdos son sacrificados en el laboratorio de la compañía en Puerto Gaitán y se venden como productos de cerdo de marca en toda Colombia. La pregunta que se hace en el Ministerio de Agricultura de Colombia, el Departamento Nacional de Planeación, Pork Colombia y otras organizaciones es si La Fazenda es un desarrollo "único" que existe principalmente porque ha sido creado por una empresa matriz bien capitalizada con acceso a la tecnología y experiencia brasileña, o si este es un modelo que se puede adaptar. En particular, muchos colombianos se preguntan si las fincas pequeñas y medianas de granos y cerdos deberían promocionarse en Altillanura.

Para comenzar el proceso de respuesta a esta pregunta, el equipo de Purdue comenzó con el modelo de programación lineal de Meta Altillanura. Este modelo incluye actividades para la producción de terneras y vacas, acabados de ganado, integración cultivos / ganado, palma de aceite, caucho, cacay, rotación arroz-soya y rotación maíz-soya. La programación lineal es una metodología que se ha utilizado ampliamente en todo el mundo para ayudar a los agricultores a identificar y

planificar la combinación más rentable de empresas agrícolas. En modelos más complicados, la programación lineal agrícola también se utiliza para analizar la rentabilidad de las nuevas tecnologías, la optimización de los criterios ambientales, la gestión del riesgo y otras decisiones de gestión de las explotaciones. El modelo de programación lineal utilizado por el Equipo Purdue en la Orinoquía se basa en el modelo de Programación Lineal Purdue Crop-Livestock (PCLP) (Preckel et al., 1992). Este tipo de modelo se ha utilizado con miles de agricultores en el medio oeste de Estados Unidos (véase, por ejemplo, McCarl y cols., 1977), en Brasil y en muchos países africanos. Este es un modelo relativamente simple que puede entenderse como un presupuesto automatizado. Se enfoca en la rentabilidad de alternativas dadas tierra, trabajo y otros recursos. El riesgo se maneja principalmente a través de la determinación de la cantidad de buenos datos de campo dados la lluvia y las condiciones del suelo.

Estimando una actividad de cerdo de alimentación comprada - El modelo básico de Meta Altillanura se modificó para probar el potencial de fincas integradas de grano / cerdo mediante la adición de una actividad de producción de carne de cerdo comprada basada principalmente en datos de Pork Colombia y una actividad integrada de grano / cerdo creada al combinar la actividad de carne de puerco adquirida con la existente actividad maíz-soya. La actividad de carne de cerdo de compra adquirida supone que se compra toda la alimentación. Con la excepción de La Fazenda, este es el caso típico de la producción comercial de carne de cerdo en Colombia. Los requisitos de recursos, el uso de mano de obra y otros parámetros se extrajeron de un ejemplo de finca de 100 cerdas proporcionado por Pork Colombia. Se supone que el requisito de mano de obra es 3 trabajadores permanentes, o 0.84 trabajadores por cerda. Se supone que los cerdos se venden a 105 kg. La productividad se estima en 218 cerdos por mes para la unidad de 100 cerdas, o 26.16 cerdos por cerda / año. Se supone que las cerdas son reemplazadas cada tres años. Se asume que el precio de los cerdos terminados es de 5347 pesos / kg vendidos en el casco con base en los datos de precios de Pork Colombia para 2016 a 2017. La versión actual del modelo puede usar solo un precio anual por cada producto; no permite la estacionalidad del precio.

Los costos de producción se estiman a partir de los datos de costos para 2016-2017 de Pork Colombia (Tabla 1). Esto cubre todos los costos, incluidas las instalaciones. El costo mensual de una cerda y su descendencia se estimó como el peso de cerdos terminados por cerda por mes ($= 2.18 \times 105$) multiplicado por el costo promedio por kilogramo (4775 pesos / kg). Esto sobrestima el costo de producción para fines de modelado porque los costos de Pork Colombia incluyen mano de obra, que se calcula en otra parte del modelo.

Debido a que la asignación de tierras es un aspecto clave del modelo e incluso la producción de cerdos con alimento comprado requiere espacio, la tierra requerida se estimó por cerda y crías (Tabla 2) en aproximadamente 10.5 m² o alrededor de 0.001 ha. Para permitir las oficinas, el almacenamiento de alimentos, las pasarelas, las entradas para vehículos y otros espacios alrededor de los edificios, el espacio requerido se duplicó a 0.002 ha por cerda y su descendencia.

La actividad de producción de carne de puerco adquirida por cerda adquirida requiere 0.002 ha, 10.08 días / hombre de trabajo / año y un costo directo de 12,115,970 pesos por año. Si la actividad de carne de puerco adquirida se introduce en el modelo de Meta Altillanura en estado estacionario, ingresa a la solución si se dispone de mano de obra adecuada. La disponibilidad de mano de obra es clave para la producción de cerdo independiente porque el requisito de mano de obra es constante durante todo el año. Para la carne de cerdo de compra no hay sinergia entre ella y los requisitos de mano de obra de las empresas estacionales. En estado estable, se puede financiar con un flujo de caja porque hay ventas de cerdos todos los meses.

Estimación Preliminar de la Actividad de Grano / Cerdo - Se creó una estimación aproximada de una actividad integrada de grano / cerdo combinando la actividad de rotación maíz-soya y la actividad de carne de puerco adquirida. El vínculo entre esos dos componentes es la producción y el consumo de maíz. Si el rendimiento de maíz en la rotación maíz-soya es de 7 toneladas / ha, el alimento requerido por cerda / mes es 460 kg y la alimentación es de aproximadamente 70% de grano de cereal, entonces cada hectárea de la rotación maíz-soya podría soportar alrededor de 1.8 cerdas y su descendencia. La composición de la alimentación variará según los precios y otros factores, pero el 70% del grano de cereal es una estimación aproximada (Maglioni, 2007). Esta estimación supone que el maíz producido en la finca se utiliza en la alimentación y la soya producida por la actividad maíz-soya continúa vendiéndose a los procesadores y que la harina de soya se compra para alimentar al cerdo. Hay varios escenarios que permitirían que el maíz producido en la fincas se utilice en la alimentación, incluidos: 1) en la molienda y mezcla de alimentos de finca o 2) el maíz se lleva a una fábrica central de alimentos para la fabricación de alimentos. La alternativa de molienda y mezcla de alimentos más rentable depende de los costos de los equipos, la experiencia en la producción de alimentos de finca, los costos de transporte y otros factores. Dadas las malas carreteras en la mayor parte de la Altillanura y la posibilidad de que las entregas de alimento puedan ser imposibles durante algunos períodos en la estación lluviosa, sería necesario considerar la molienda de alimentos a pesar de las enormes economías de escala en la alimentación. En la actividad integrada de grano / cerdo, la estimación del costo directo de la actividad de carne de puerco adquirida se reduce en aproximadamente un 70%, suponiendo que el grano de cereal es aproximadamente el 70% de los costos totales. Las pruebas de sensibilidad se usan para determinar si las soluciones cambian si el grano es un porcentaje menor de los costos totales.

En términos de hectáreas, cada unidad de la actividad integrada de grano / cerdo es 0.036 ha dedicada a la producción de carne de cerdo (es decir, espacio para 1.8 cerdas y sus crías) y 0.9964 ha de producción de maíz y soya. La mano de obra es el 99.64% de la actividad de maíz y soya cada mes, más la mano de obra para 1.8 cerdas y su descendencia (es decir, 1.512 días / persona). El costo directo es de 99.64% del costo directo de maíz-soya por hectárea, más 60% del costo directo de cerdo comprado. Esto resulta en una actividad con 13,736,590 pesos de costo directo / año y 19,59 días de trabajo por persona. Debido a la producción de maíz y soya, el costo directo y la mano de obra ahora muestran estacionalidad, con demandas laborales y de efectivo máximas en abril y mayo en la siembra de maíz, en agosto con la cosecha de maíz y soya y en noviembre con la cosecha de soya.

Tabla 1. Costo de producción por cerdo para una operación de ciclo completo.

Categoría de costo	Nov-16	Dec-16	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17
	Pesos/cerdo	Pesos/cerdo	Pesos/cerdo	Pesos/cerdo	Pesos/cerdo	Pesos/cerdo
Alimento	\$ 392,880	\$ 392,994	\$ 392,994	\$ 383,502	\$ 383,558	\$ 383,596
Pie de cría	\$ 20,737	\$ 20,294	\$ 22,234	\$ 22,413	\$ 22,819	\$ 23,326
Infertilidad	\$ 3,650	\$ 3,810	\$ 3,849	\$ 3,838	\$ 3,839	\$ 3,839
Mano de obra	\$ 30,206	\$ 30,206	\$ 31,563	\$ 31,563	\$ 31,563	\$ 31,563
Instalaciones	\$ 16,459	\$ 16,459	\$ 17,536	\$ 17,536	\$ 17,536	\$ 17,536
Medicamentos	\$ 15,400	\$ 15,400	\$ 16,209	\$ 16,209	\$ 16,209	\$ 16,209
Mortalidad	\$ 5,409	\$ 5,401	\$ 5,576	\$ 5,508	\$ 5,521	\$ 5,537
Comercialización	\$ 11,517	\$ 11,517	\$ 11,197	\$ 11,408	\$ 11,408	\$ 11,408
Otros	\$ 6,506	\$ 6,498	\$ 6,661	\$ 6,573	\$ 6,588	\$ 6,607
TOTAL	\$ 502,765	\$ 502,578	\$ 507,821	\$ 498,550	\$ 499,041	\$ 499,621
\$/kg producido	\$4,788	\$4,786	\$4,836	\$4,748	\$4,753	\$4,758
Categoría de costo	May-17	Jun-17	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17
	Costo cerdo granja ciclo completo	Costo cerdo granja ciclo completo	Costo cerdo granja ciclo completo	Costo cerdo granja ciclo completo	Costo cerdo granja ciclo completo	Costo cerdo granja ciclo completo
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Alimento	\$ 383,450	\$ 383,454	\$ 383,460	\$ 383,460	\$ 383,477	\$ 383,537
Pie de cría	\$ 24,093	\$ 24,141	\$ 24,129	\$ 23,859	\$ 23,751	\$ 23,489
Infertilidad	\$ 3,744	\$ 3,653	\$ 3,686	\$ 3,837	\$ 3,837	\$ 3,897
Mano de obra	\$ 31,563	\$ 31,563	\$ 31,563	\$ 31,563	\$ 31,563	\$ 31,563
Instalaciones	\$ 18,079	\$ 18,079	\$ 18,604	\$ 18,604	\$ 18,604	\$ 18,604
Medicamentos	\$ 16,207	\$ 16,207	\$ 16,207	\$ 16,207	\$ 16,207	\$ 16,207
Mortalidad	\$ 5,570	\$ 5,569	\$ 5,584	\$ 5,580	\$ 5,577	\$ 5,571
Comercialización	\$ 11,495	\$ 11,495	\$ 11,495	\$ 11,495	\$ 11,495	\$ 11,495
Otros	\$ 6,643	\$ 6,641	\$ 6,657	\$ 6,653	\$ 6,649	\$ 6,643
TOTAL	\$ 500,844	\$ 500,802	\$ 501,383	\$ 501,258	\$ 501,160	\$ 501,006
\$/kg producido	\$4,770	\$4,769	\$4,775	\$4,774	\$4,773	\$4,771
Costo Total Promedio	\$501,402					
Promedio de pesos / kg	\$4,775					
Costo promedio de alimentación / kg	\$3,675					

Fuente: sitio web de Pork Colombia

https://asociados.porkcolombia.co/porcicultores/index.php?option=com_porcicultores&view=cifras&Itemid=104&layout=2&costo=2017

Tabla 2. Espacio por etapa de producción y cálculo de espacio por cerda y su descendencia.

Describe la etapa de producción	Número de animales por etapa	Espacio requerido por animal (m ²)	Espacio para 100 manadas de cerdas
Reemplazos	11.2	1.5 m ²	16.8
Gestación	86	Establos 1.65 m ²	141.9
Cerdas lactantes	13.8	5.4 m ²	74.52
Lechones destetados	367.1	0.35 m ²	128.485
Refinamiento	668.2	1.0 m ²	668.2
Jabalís	2	Pen: 8 m ²	16
Total, m²			1045.9
Espacio por cerda, m²			10.5

Finca de Tamaño UAF con Opción Integrada de Grano / Cerdo - Para examinar el potencial de la producción de granos / cerdos en fincas de diversos tamaños en el área de Puerto Gaitán, se creó un escenario de una finca de tamaño UAF. El rango de UAF para el área de Puerto Gaitán es de 680 a 920 ha. Para el escenario, se usa el extremo inferior de ese rango. Se supone que son utilizables 680 hectáreas de tierra, excluyendo morichal, caños y otras áreas protegidas. El trabajo familiar se supone que es de 2 personas. Para la primera ejecución, se asume que la disponibilidad de mano de obra contratada es limitada: 10 trabajadores permanentes y 90 temporales por mes (aproximadamente 3 por día). El salario para los trabajadores permanentes se establece en el salario mínimo (737,717 pesos / mes). El salario para el trabajo diurno se establece en 50,000 pesos para permitir impuestos y pagos sociales. El capital inicial y el posible endeudamiento se mantienen en los niveles en la línea de base de la Altillanura (es decir, capital inicial de 1,000,000,000 de pesos y capacidad de endeudamiento de 2,000,000,000 de pesos).

Antes de que las actividades porcinas se incluyan en el modelo, la solución es 656 hectáreas de arroz-soya, 23 hectáreas de cacay y 1 hectárea de caucho con un rendimiento neto de 1,083,500,000 pesos. El trabajo temporal es una restricción vinculante en enero para la cosecha de cañaverales y en mayo para la siembra de arroz. Un rendimiento neto de más de mil millones de pesos sin duda parecería una bonanza para la Orinoquia campesina promedio, pero probablemente ni siquiera cubre el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra. Por ejemplo, si la tierra vale 10 millones de pesos / hectárea, entonces con un costo de oportunidad de capital de 20%, el costo de oportunidad de la propiedad de una finca de 680 hectáreas es de 1,360,000,000 de pesos. A un valor de 5 millones de pesos por hectárea, el costo de oportunidad es de 680 millones de pesos. El costo de oportunidad del 20% del capital es una tasa objetivo común para la inversión agrícola de mediana escala en la región de la Orinoquia. Para las fincas operadas por el propietario, si el negocio agrícola no cubre al menos el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra, entonces hay una motivación para venderle a alguien que la convertirá en un mayor uso de utilidades. Esta motivación para vender

se vuelve particularmente fuerte cuando una nueva generación se hace cargo. La generación anterior puede haber estado cómoda y satisfecha en un entorno agrícola de baja rentabilidad, pero la generación más joven a menudo tiene otras aspiraciones.

Si los cultivos anuales (es decir, arroz, soya, maíz) no están en el modelo, la solución es 638 hectáreas de acabado de ganado, 18 hectáreas de cacay y 23 hectáreas de caucho. Se contratan dos trabajadores permanentes y el trabajo temporal es una restricción vinculante en enero para la cosecha de cacay. El rendimiento neto de la solución sin cerdo / sin cultivos anuales es de 565,079,295 pesos, lo que puede no cubrir los costos de oportunidad de la propiedad de la tierra.

Tabla 3. Asignación de tierras en la primera ejecución de la finca de tamaño UAF de Meta Altillanura con alimento comprado y actividades integradas de grano / cerdo.

```

---- VAR produce  Produce enterprise e on land type 1 (ha)

                LOWER      LEVEL      UPPER      MARGINAL
NoIr.OilPalm      .          .      10000.000  -3.088E+4
NoIr.Rice_Soybeans .          .      10000.000  -3056.920
NoIr.Corn_Soybeans .          .      10000.000  -3284.671
NoIr.Crop_Beef    .          .      10000.000  -1990.596
NoIr.Caucho       .          .      10000.000  -8.605E+4
NoIr.Cacay        .          8.275  10000.000      .
NoIr.Cow_Steer    .          .      10000.000  -987.366
NoIr.Ganado_Ceba  .          .      10000.000  -917.422
NoIr.Beef_Silage  .          .      10000.000  -3200.176
NoIr.Beef_Nat_Savannah .        .      10000.000  -845.174
NoIr.Porcino      .          .      10000.000  -4529.626
NoIr.Integrated   .          166.722 10000.000      .

```

La solución de esa ejecución básica de la finca de tamaño UAF con cultivos anuales y actividades porcinas muestra 167 hectáreas de producción integrada de granos / cerdos, ocho hectáreas de cacay y el resto de las 680 hectáreas no utilizadas (Tabla 3). Se contrata el número máximo de trabajadores permanentes (es decir, 10) y el trabajo temporal es el máximo en febrero cuando se cosecha el cacay y abril cuando se planta el maíz (Tabla 4). Cacay ingresa a la solución como una forma rentable de utilizar mano de obra fuera de temporada durante el período de diciembre, enero y febrero. El rendimiento neto estimado de 3.292.643.299 pesos, que probablemente cubriría los costos de oportunidad de la propiedad de la tierra. Debido a las ventas regulares de cerdos, no hay préstamos en estado estable.

Tabla 4. Mano de obra temporal en la primera ejecución de la finca de tamaño UAF de Meta Altillanura con alimento comprado y actividades integradas de grano / cerdo.

---- VAR thire Temporary labor hired in period t (man days)				
	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
Jan	.	79.655	90.000	.
Feb	.	90.000	90.000	398.939
Mar	.	.	90.000	-50.000
Apr	.	90.000	90.000	10144.999
May	.	84.703	90.000	.
Jun	.	42.585	90.000	.
Jul	.	53.597	90.000	.
Aug	.	53.598	90.000	.
Sep	.	18.610	90.000	.
Oct	.	.	90.000	-50.000
Nov	.	30.477	90.000	.
Dec	.	16.063	90.000	.

Prueba de Sensibilidad para la Granja de Tamaño UAF - La prueba de sensibilidad con la finca de tamaño UAF muestra:

- La solución de finca de tamaño UAF es estable con respecto al supuesto de aproximadamente el ahorro de costos con la producción de granos en la finca. Si el porcentaje del ahorro de costos en el grano de la finca se reduce al 50%, la solución es idéntica a la que se obtiene con un ahorro de costos del 70%.
- Si hay más mano de obra disponible, la actividad de cerdo de alimento comprado entra en la solución, combinada con la actividad integrada grano / cerdo.
- Si no hay trabajo permanente disponible (solo 90 días de temperatura por mes), la actividad integrada de los cerdos de grano se reduce a 68 hectáreas, combinadas con 2 hectáreas de cacay. El rendimiento neto es de 1,348,280,327 pesos. Al igual que en la solución base, la mano de obra temporal alcanzó su máximo en febrero y abril.
- Con una agricultura más intensiva, es posible crear fincas rentables que sean más pequeñas que la UAF. Por ejemplo, si solo hay 100 ha disponibles, pero se puede contratar mano de obra permanente, la solución es integrada grano / cerdo, más la producción porcina con alimento comprado. El trabajo temporal es máximo en abril. Diez trabajadores permanentes son contratados para comprar carne de cerdo con forraje. El rendimiento neto es de 2,557,971,567 pesos.

- Si hay 100 hectáreas disponibles, pero no hay trabajadores permanentes y 90 días / mes de mano de obra temporal, la solución es 68 ha integradas grano / cerdo 2.2 ha. Cacay y el área restante sin usar.
- Si solo hay 50 hectáreas disponibles, pero se puede contratar mano de obra, entonces la solución aún más comprada alimenta la producción de carne de cerdo. Rentabilidad neta: 2,091, 599,504 pesos.
- Si se aumenta la tierra y se dispone de mano de obra, la solución son todas las actividades porcinas, todas las tierras de cultivo en actividades integradas de cereales / cerdos, más algunas producciones de cerdo en pie. Esta es esencialmente la solución de La Fazenda y estaría disponible para fincas con tierra y mano de obra disponibles.

Próximos Pasos – Para explorar si estos resultados son prácticos, es importante comprender lo siguiente:

- *Costos y practicidad del procesamiento de alimentos en la finca*– En otras partes del mundo se utilizan diversos tipos de procesamiento de alimentos en la finca. En las zonas de alta precipitación de Europa, se utilizaba comúnmente la trituración de alimentos en la finca electrificada y la mezcla bajo el mismo techo con almacenamiento de grano. En el pasado, los mezcladores con amoladora de tracción tipo tractor se utilizaban en las fincas ganaderas de la región central de los Estados Unidos. Tal equipo impulsado por tractor todavía se usa allí en fincas orgánicas y otras granjas especializadas. Debido a la gran cantidad de lluvia, el equipo de molienda y mezclado estacionario bajo el mismo techo con almacenamiento de grano puede ser el más práctico, pero debido a la falta de electrificación necesitaría ser alimentado por un generador o directamente por un motor diesel o de gasolina. Debido a los altos requisitos de potencia, es poco probable que la molienda de grano y los equipos de mezcla de alimentación puedan ser alimentados por la electricidad generada por un conjunto solar o una pequeña turbina eólica.
- *Practicidad del uso de soya extruida para producir harina de aceite de soya en la finca* - Esto evitaría el gasto de transportar soja al mercado y transportar la harina de soya de regreso a la finca, pero requeriría la capacidad de extrusión de la granja y la mano de obra para el procesamiento frecuente de soya. La mayoría de la soya no se puede usar directamente en la alimentación del cerdo porque contienen un inhibidor de la tripsina anti nutricional que reduce la tasa de ganancia. Debido a que la harina de aceite de soya creada por extrusión de soya integral tiene un alto contenido de aceite, puede volverse rancia rápidamente a temperaturas tropicales. También es posible que los alimentadores deban inspeccionarse y limpiarse con frecuencia para evitar la formación de puentes y la acumulación de alimentos rancios.
- *Efectos del estiércol de cerdo en la fertilidad del suelo* - Esta estimación no estima un valor para el impacto de los desechos cerdos en la fertilidad del suelo. El manual de la Universidad Nacional sobre el uso del estiércol cerdo en la producción de cultivos sería útil para hacer este

cálculo (Grisales et al., 2016). A largo plazo, la aplicación de desechos cerdos puede aumentar los niveles de materia orgánica del suelo y conducir a una mayor productividad de los cultivos.

- *Potencial práctico para compartir equipos de producción de granos* – Existen enormes economías de escala en la producción de granos. Estas economías de escala continúan hasta el equipo de tamaño máximo que se puede usar en una topografía dada porque la Altillanura es relativamente plana, se pueden utilizar macetas, pulverizadoras y cosechadoras muy anchas. Esto sugiere que las explotaciones de grano / cerdo integradas de tamaño pequeño a mediano pueden estar operando en desventaja económica si se ven obligadas a utilizar equipos de cultivo más pequeños (más estrechos). Las alternativas que utilizan las fincas pequeñas y medianas en otras partes del mundo incluyen: 1) dependencia de operadores de equipos personalizados (es decir, contratista), 2) "anillos" de máquinas en los que un grupo de agricultores posee equipo en conjunto. En un área donde la ventana para las operaciones de campo es estrecha, uno de los aspectos clave al hacer que el equipo compartido funcione es desarrollar un mecanismo para determinar el orden en que los campos son plantados, rociados o cosechados. Una opción es utilizar el precio diferencial del estilo UBER en el que los agricultores que recibieron servicios en los momentos óptimos también paguen más. Otra alternativa es determinar la secuencia de campos por menor costo / optimización de tiempo mínimo.

Referencias:

Grisales, Jorge Mario Noreña, Nelson Walter Osorio Vega, and Juan Pablo Gomez Yarce, "Manual de Uso de la Porcinaza en la Agricultura," Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2016.

McCarl, Bruce, Wilfred Chandler, D. Howard Doster and Paul Robbins, "Experiences with Farmer Oriented Linear Programming for Crop Planning," Canadian Journal of Agricultural Economics, 25(1), 1977, p. 17-30.

Maglioni, Oscar Penderia, "Manual Practico Cerdo", Gobernacion de Valle de Cauca Secretaria de Agricultura y Pesca, Santiago de Cali, Colombia, 2007.

Preckel, P.V., Y. Han, C.L. Dobbins, D.H. Doster, 1992. "Purdue Crop/Livestock Linear Program Formulation," Purdue University Agricultural Experiment Station Bulletin No. 634, Abril.

La primera versión de la traducción de este documento al español fue realizada por Mónica Rojas-Echeverri.