



## **Estudio de Viabilidad para el Desarrollo de Operaciones Agrícolas Basadas en el Marañón en Vichada**

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

Carlos Fontanilla

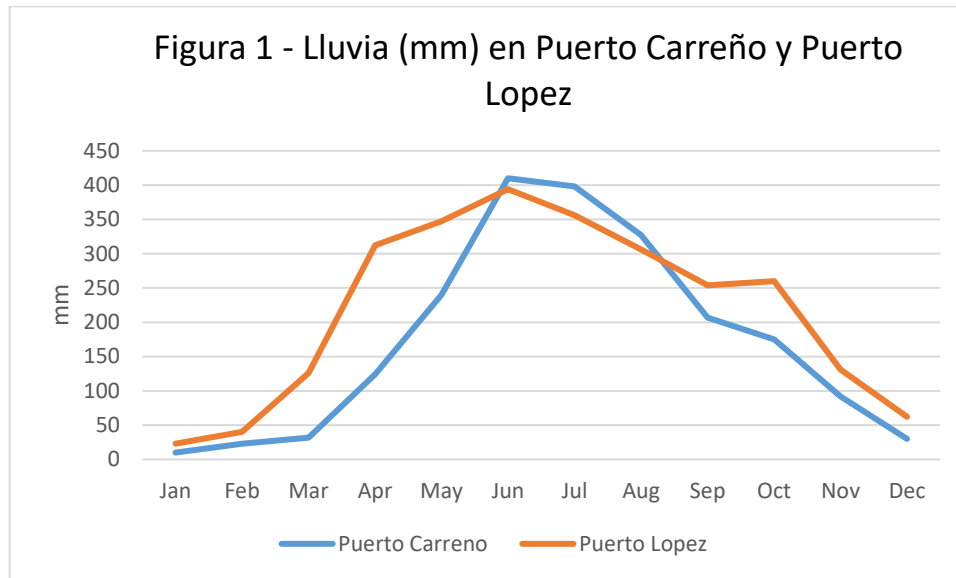
Estudiante de doctorado, Departamento de Economía Agrícola  
Purdue University

Contacto: [Orinoquia@purdue.edu](mailto:Orinoquia@purdue.edu)

**Introducción** – El desarrollo económico de Vichada se ve limitado por una escasa fuerza laboral y altos costos de transporte (Departamento de Vichada, 2016). La población total del Departamento se estima en 75,468 (Dane, 2017). Si la participación de la fuerza laboral en Puerto Carreño en 2016 de 66.2% es representativa, la fuerza laboral total para el departamento es de aproximadamente 50,000. Vichada tiene solo unos pocos kilómetros de carreteras pavimentadas, que en su mayoría son las calles de Puerto Carreño, la capital. En 2012, solo había 1.14 km de carreteras interurbanas pavimentadas en el departamento. No hay conexión a través de autopistas con el resto de Colombia. Además, no hay conexión ferroviaria de ningún tipo. El transporte fluvial a menudo se cita como la mejor opción para Vichada, pero el enlace del río Meta a Puerto Gaitán solo se puede utilizar durante el período de aguas altas en las temporadas de lluvias. Debido a que el transporte del Río Meta es lento y está sujeto a muchas incertidumbres, se usa principalmente para bienes duraderos. La principal excepción es el envío de unos 30,000 bovinos anualmente por río a los mercados en el departamento de Meta. El río Orinoco es navegable durante todo el año, pero debido a desacuerdos políticos con la vecina Venezuela, el Orinoco rara vez se utiliza para envíos.

El plan de desarrollo departamental destaca la agricultura como un área de oportunidad empresarial (Departamento de Vichada, 2016). El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) ha estimado que de las 10,017,775 hectáreas del departamento, 3,6 millones son aptas para la agricultura, la silvicultura y la ganadería. En el censo agrícola 2013-2014, se reportaron 6.565 granjas en Vichada. Alrededor del 9% de esas granjas tienen más de 1000 hectáreas y esas granjas grandes

controlan el 95% del área del departamento. Alrededor del 73% de las granjas tienen menos de 50 hectáreas, pero esas granjas más pequeñas controlan menos del 1% del área del departamento. El uso primario de tierras agrícolas en el departamento es el ganado extensivo. En 2012 solo se cosecharon 22,261 hectáreas, incluida la producción de cacao, arroz, algodón, plátano, maíz y mandioca. Los suelos son más arenosos que en la Altillanura en el Meta, son ácidos, con alto contenido de aluminio y tienen bajos niveles de nutrientes. La precipitación media anual en Puerto Carreño es de aproximadamente 2000 mm / año, en comparación con los 2600 mm anuales en Puerto López en la Altillanura en el Meta. En Vichada, la estación seca es más seca y un poco más larga que en Meta (Figura 1).



Fuente: <https://en.climate-data.org/>

**Modificando el modelo Meta Altillanura** – El punto de partida para el análisis de la Altillanura en Vichada es el modelo de referencia de la Altillanura en el Meta. El clima, los suelos y los cultivos son similares. Para identificar oportunidades agrícolas potenciales, el investigador de Purdue, J. Lowenberg-DeBoer, visitó Vichada en enero y septiembre de 2017. Con base en esas discusiones e información secundaria, se eliminaron las siguientes actividades del modelo de Vichada: cultivos anuales de granos (arroz-soya, maíz-soya, cultivo de carne, acabado de ganado y ensilaje de carne de vacuno). Muchas cosechas y especies de ganado podrían cultivarse en Vichada, pero los mercados locales son pequeños y los costos de transporte son muy altos para los mercados en otras partes de Colombia o para la exportación. El producto agrícola ideal para Vichada tiene una alta relación valor / peso para un mejor soporte de los costos de transporte.

Para ajustar el impacto de los mayores costos de transporte en los precios de los productos agrícolas en Vichada, se dedujeron 200 pesos / kg o 200,000 pesos / ton de los precios del modelo Meta Altillanura. Para la palma de aceite, el precio en el modelo se da en términos de racimos de fruta fresca (FFB), pero es el aceite de palma crudo (CPO) que se transporta. La mayoría de los acuerdos en Altillanura establecen el precio del FFB en aproximadamente el 18% del precio del CPO.

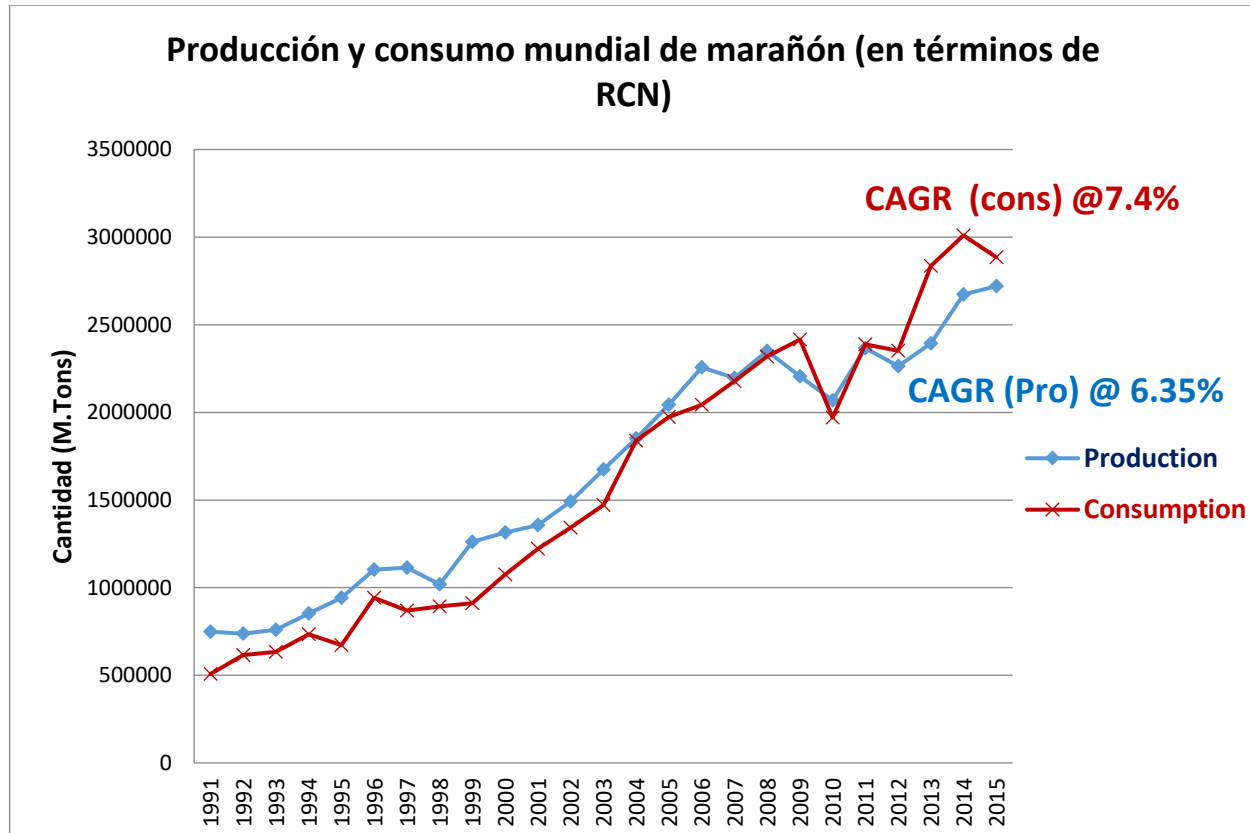
En consecuencia, el 18% de los 200 costos de transporte de pesos/kg se dedujo del precio de FFB para Vichada.

Muchos contactos en Vichada apuntaron al marañón como una creciente oportunidad agrícola. El marañón crece muy bien en el suelo arenoso de Vichada. La flor de marañón durante la estación seca y la estación seca ligeramente más larga en Vichada pueden permitir un ciclo adicional de floración / fructificación. Hasta ahora el cuello de botella ha estado en su procesamiento. No hay procesamiento industrial de marañón en el departamento y los procesadores artesanales solo manejan unas pocas toneladas por año. Cabe señalar que el procesamiento de marañón es complicado debido a las sustancias cáusticas, cardol y ácido anacárdico, que se producen en el revestimiento interior entre sus dos capas de caparazón. Los trabajadores de procesamiento de marañón a menudo sufren irritación y quemaduras en la piel y los ojos. Actualmente hay alrededor de 1.500 hectáreas de plantaciones de marañón en Vichada. La mayoría del marañón en Vichada ha sido descuidado, y algunos han sido abandonados, debido a la falta de un mercado. Hay procesamiento de marañón en pequeña escala en Bucaramanga y Fontibón (Bogotá), pero el costo del transporte del marañón crudo (RCN) hace que no sea rentable para la mayoría de los productores cosechar y enviar sus productos allí. El desarrollo del procesamiento de marañón en Vichada es clave para el crecimiento de la industria del marañón allí. El compromiso de DML Produce de Cali para comenzar a comprar nueces de marañón en Puerto Carreño es un elemento de cambio. DML tiene enlaces con el fabricante europeo de pasabocas, August Töpfer & Company (ATCO -<http://www.atco.de/home-3/>) y planea construir una planta de procesamiento de marañón en Puerto Carreño cuando la escala de producción haya aumentado. Según Jairo Gómez, director ejecutivo de DML, el umbral para el procesamiento industrial de marañón es de 7.500 toneladas de RCN anualmente.

El grano de marañón es aproximadamente el 25% del peso de RCN. Una vez que se procesa el marañón, se convierte en el producto casi perfecto para prosperar en la economía de alto costo de transporte de Vichada. El marañón es un producto de alto valor por peso. El transporte más económico para las nueces sería por río, ya sea por el Orinoco a puertos marítimos o por el Meta hasta Puerto López en la temporada de lluvias, pero la industria podría ser rentable incluso si las nueces deben ser enviadas por vía aérea. Los productores artesanales en Puerto Carreño ahora envían algunos de sus productos por vía aérea.

La demanda mundial de marañón ha estado creciendo a más del 7% anual (Figura 2). La producción está creciendo a un 6% (Bhoodes, 2017). El marañón se originó en la cuenca del Amazonas. La genética del marañón que se ha extendido por todo el mundo se originó en Brasil, pero los árboles crecen silvestres en toda la cuenca del Amazonas, incluso en Colombia. Actualmente, más del 40% de la producción de RCN se encuentra en África ([www.cashewinfo.com](http://www.cashewinfo.com), 2014). Costa de Marfil produce el 18% de la producción mundial. Otro 29% se produce en India y 10% en Vietnam. Brasil produce aproximadamente el 5% de la producción mundial de marañón y procesa principalmente la producción nacional. La mayoría del procesamiento industrial de marañón se encuentra en India y Vietnam. La mayor parte del RCN africano se exporta a India y Vietnam para su procesamiento. La demanda está creciendo en parte debido a que los frutos secos en general se

consideran alimentos saludables, y el marañón se considera un producto Premium. Algunas proyecciones predicen una duplicación de la demanda de marañón para 2025 (Adzanyo et al, 2016).



**Figura 2.** Producción y consumo mundial de marañón. Fuente: Bhoodes, CEPI, 2017.

Colombia actualmente produce una pequeña cantidad de marañón. En 2014, el área total sembrada con marañón en el país fue de 3.150 hectáreas (Uniandes et al, 2015) con casi la mitad de ese total en Vichada. Muy poco del área de marañón de Colombia se maneja intensamente, y los rendimientos son bajos, 20 kg / ha a 40 kg / ha, en comparación con 1 tonelada por hectárea con manejo convencional, 2 toneladas con manejo más intensivo y experimentalmente 4.5 toneladas / ha. Casi toda la producción nacional de marañón de Colombia se procesa en el país. La investigación realizada por Corpoica (ahora Agrosavia) en Carimagua identificó clones de marañón bien adaptados a Altillanura, pero no se han plantado ampliamente y, si se plantan, a menudo no se han aprovechado al máximo debido a la falta de oportunidades de mercado. Además del marañón producido en el país, Colombia importa alrededor de 100 toneladas de marañón por año. La demanda nacional total de marañón de Colombia se estima en alrededor de 300 toneladas por año. La oportunidad colombiana de desarrollar la producción y el mercadeo de marañón fue fuertemente respaldada por un estudio liderado por Uniandes y finalizado en 2016 (Uniandes et al., 2016). El estudio de Uniandes se centró en el potencial de sustitución de importaciones para satisfacer la demanda interna.

**Una actividad de producción de marañón** – Se especificó una actividad de marañón utilizando datos del estudio de Uniandes, complementado con información de los productores de marañón en Vichada. El costo total de siembra para el marañón es de aproximadamente 2,350,000 pesos / ha (Tabla 1). Los costos anuales de producción son de aproximadamente 235,610 pesos / ha, y la mayor parte del gasto se realiza con fertilización y poda en noviembre y diciembre en preparación para la temporada de fructificación en enero y febrero (Tabla 2). La mano de obra para la producción es menos de 9 días por hectárea y la mayor parte de la mano de obra se concentra en el período anterior a la cosecha y la cosecha (es decir, de noviembre a febrero).

**Tabla 1.** Costos de siembra del marañón

Entrada o servicio	Pesos
Cavar hoyos	35,000
Plántulas	35,000
Trasplante	35,000
Tractor para preparación de campo y encalado	100,000
Cal, yeso	1,000,000
Thomas Slag	1,050,000
Yeso agrícola	58,100
Fertilizante de café	29,880
Micronutrientes	6,308
<b>Total</b>	<b>2,349,288</b>

Fuente: Uniandes et al., 2016

**Tabla 2.** Costos mensuales de producción de marañón después de que la producción comienza en el año 3, pesos / ha

Input	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
Cal, yeso											12690	12690
Fertilizante inorgánico											47584	47584
Cortador de maleza + Gasolina					833	833	833	833	833	833		
Herbicida												
Insecticida												
Fungicida												
Contenedores para cosecha	2200											
Fire Break											65,000	
<b>Total</b>	<b>2200</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>833</b>	<b>833</b>	<b>833</b>	<b>833</b>	<b>833</b>	<b>833</b>	<b>125274</b>	<b>60274</b>

Source: Uniandes et al., 2016

**Tabla 3.** Requisitos mensuales de mano de obra después de que la producción comienza en el año 3, días / ha

Proceso o entrada	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Poda	0.49	0.49	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fertilización											0.98	0.98
Control de malezas					0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67		
Cosecha	0.50	0.50										
<b>Total</b>	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>	<b>1.08</b>	<b>1.08</b>

Fuente: Uniandes et al., 2016

Para enfocarse en la comparación a largo plazo, el modelo de finca de la Iniciativa Orinoquia es estable. En consecuencia, se estimó una actividad estable de marañón con una vida útil de 50 años, los costos de siembra de la Tabla 1, los costos directos de producción de la Tabla 2 y los requisitos de mano de obra de la Tabla 3. El costo directo de 42,886 pesos es de esa 1/50 de una hectárea de replantación que ocurre cada año por cada hectárea de producción. Del mismo modo, 0,6 días / ha extra en abril en comparación con la Tabla 3 es por esa replantación de 1/50 de una hectárea por cada hectárea de producción.

Este modelo se enfoca en la producción de marañón. El marañón es la semilla de una fruta comestible que se puede usar para jugos, conservas u otros productos de fruta procesada (Sobhana y Pushpalatha, 2014). Actualmente, existe un procesamiento artesanal de frutas de marañón en Puerto Carreño. Esos productos artesanales son enviados por avión a Bogotá y vendidos en nichos de mercado de alto valor. En Brasil, una gran proporción de los frutos de marañón se cosechan y utilizan, más comúnmente para el jugo, pero en todo el mundo la mayoría de las frutas de marañón no se utilizan. En el caso de Vichada, el uso de la fruta de marañón es una oportunidad potencial que podría ser rentable cuando se mejore la infraestructura de transporte y haya más mano de obra disponible.

El precio de RCN en el modelo es de US \$1 / kg o al tipo de cambio actual de aproximadamente 2.680 pesos / kg. Ese precio es de DML Produce, que planea comenzar a comprar RCN en Puerto Carreño con la cosecha 2018. A modo de comparación, de acuerdo con el boletín informativo de la Semana de Marañón en febrero de 2017 ([http://www.cashewinfo.com/cashew\\_week/Volume\\_18\\_Issue\\_9.pdf](http://www.cashewinfo.com/cashew_week/Volume_18_Issue_9.pdf)), en Costa de Marfil, el precio mínimo de la RCN para el gobierno es de 440 FCFA / kg (alrededor de US \$ 0,71 / kg) y la mayoría de las transacciones de la granja están ligeramente por encima de 450 a 550 FCFA / kg (US \$ 0,72-0,88 / kg). De acuerdo con el Foro de Actores No Estatales Agrícolas (ANSAF), la calidad media de RCN traía US \$1,50 / kg a \$1,90 / kg en Vietnam en octubre y septiembre de 2017 (<http://ansaf.or.tz/cashew/>). Una RCN de mayor calidad podría generar hasta US \$2,20 / kg en Vietnam.

**Tabla 4.** Modelo de estado estable del marañón

	Mano de obra, persona/días	Costo directo, '000 pesos	Rendimiento (ton / ha)
<b>Enero</b>	0.99	2.200	0.5
<b>Febrero</b>	0.99	0.000	0.5
<b>Marzo</b>	0.10	0.000	0
<b>Abril</b>	0.16	42.886	0
<b>Mayo</b>	0.76	0.833	0
<b>Junio</b>	0.76	0.833	0
<b>Julio</b>	0.76	0.833	0
<b>Agosto</b>	0.76	0.833	0
<b>Sept</b>	0.76	0.833	0
<b>Oct</b>	0.76	0.833	0
<b>Nov</b>	1.08	125.274	0
<b>Dec</b>	1.08	60.274	0

**Resultados de referencia en granjas de tamaño UAF con mano de obra limitada** – Como punto de partida para el análisis, se deben especificar los recursos de línea de base. Esto incluye tierra, trabajo y capital. En Colombia, la mayoría de las discusiones sobre el tamaño de las explotaciones involucraron el concepto de la Unidad Agrícola Familiar (UAF) establecida por el gobierno nacional. La UAF en parte de Vichada, situada entre el río Meta y el río Tomo (la mayor parte del norte de Vichada) es de 956 a 1.294 hectáreas. Esta UAF se basa en la producción ganadera extensiva tradicional. Con una gestión más intensiva es posible que una familia de agricultores pueda ganarse la vida con un área pequeña, pero como punto de partida, este análisis utilizará el extremo inferior del rango de la UAF para la región, 956 hectáreas. El modelo asume que esto es 956 hectáreas de tierra utilizable sin morichal o caños. También se asume que la familia de la finca tiene una casa y huerta (es decir, pan coger) fuera de estas 956 hectáreas.

El trabajo es un recurso escaso en Vichada. Debido a que el análisis comienza con una finca de tamaño UAF, debe comenzar con mano de obra familiar de tamaño UAF (es decir, dos equivalentes adultos). En el modelo, se supone que la mano de obra familiar se compensa con los beneficios agrícolas. Las pocas fincas comerciales en Vichada (por ejemplo, palma de aceite, silvicultura comercial, grandes ranchos ganaderos) a menudo reclutan mano de obra en otras partes de Colombia y deben pagar muy por encima del salario mínimo, pero es probable que una finca de tamaño UAF dependa de fuentes laborales locales. Para reflejar el tamaño modesto de la mano de obra local, el trabajo contratado permanente máximo está limitado a 2 adultos y el trabajo temporal (por día) está limitado a 10 días por mes. Los salarios se fijan cerca del salario mínimo: 50,000 pesos / día para el trabajo temporal y 8,853,604 pesos por año para el trabajo permanente. El 8,853,604 es 12 veces el salario mínimo mensual de 737,717 pesos. El dinero efectivo inicial se establece en 1,000

millones de pesos y el endeudamiento máximo en 2,000 millones de pesos. El modelo base es solo cultivo de secano porque el riego es raro en Vichada.

Los precios de los productos agrícolas se ajustan debido a los mayores costos de transporte en Vichada. Los costos del transporte en barcazas a Meta son de aproximadamente 200 pesos / kg. En consecuencia, los precios de los productos transferidos del modelo de Altillanura en el Meta son: racimos de fruta fresca de palma de aceite (FFB), 284,000 pesos / ton; caucho, 4,300 pesos / kg; novillas, 3900 pesos / kg; vacas de sacrificio, 3700 pesos / kg; becerro, 4600 pesos / kg; y cacay, 500,000 pesos por tonelada.

**Soluciones de ganado solo** - Debido a que el UAF se especificó en función de la producción ganadera tradicional, es útil contar con una solución modelo con solo actividades de producción de carne (es decir, vaca-becerro: una operación de vaca con terneros mejorados; vaca-becerro tradicional; una operación de vaca y ternera con sabana nativa). Con una mano de obra limitada, la solución muestra la actividad vaca-becerro en 456 hectáreas y 500 hectáreas que quedaron inactivas. El máximo de dos trabajadores permanentes son contratados. El trabajo temporal es máximo en abril, cuando es tiempo de rodeo para las operaciones ganaderas (es decir, marcas y vacunas). En el estado estacionario, todas las actividades se financian con flujos de efectivo. La solución no se basa en capital inicial ni en préstamos.

El rendimiento neto de la finca de tamaño UAF con producción de vaca-becerro es de 52,424,767 pesos anuales, lo que probablemente ni siquiera cubre el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra. Por ejemplo, si la tierra vale 2.5 millones de pesos / hectárea, entonces con un costo de oportunidad de capital de 20%, el costo de oportunidad de la propiedad es de 478,000,000 de pesos. A un valor de tierra de 1 millón de pesos por hectárea, el costo de oportunidad es de 191.2 millones. 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 mayores 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 hay más mano de obra disponible a niveles de salario mínimo, toda la tierra se utiliza para la operación de vaca-becerro con pastos mejorados. La restricción laboral vinculante todavía está en abril en el momento del rodeo. El rendimiento neto más que se duplica llegando a 121 millones de pesos. Con costos laborales más altos (es decir, 2 o 3 veces el salario mínimo), la cantidad de tierra en la operación de vaca-becerro se reduce a medida que se reduce la contratación de mano de obra.

**Soluciones con cultivos arbóreos intensivos**— Cuando las actividades de palma de aceite, caucho, marañón y cacay se agregan a la finca de tamaño UAF con mano de obra limitada, la solución cambia a cultivos arbóreos (Tabla 5). La tierra se destina principalmente al marañón (78 ha) con pequeñas áreas de caucho y cacay (2,3 y 1 hectárea, respectivamente). Ochocientos setenta y cinco hectáreas



de la finca no se utilizan. El precio sombra indica que la actividad vaca-becerro solo necesitaría ser un poco más rentable para incorporarla a la solución. Se contratan dos trabajadores permanentes y el trabajo temporal es máximo de 10 días / mes en noviembre y enero para la fertilización y la cosecha de marañón. Parte del trabajo permanente está inactivo en abril. En el estado estacionario, todas las actividades se financian con flujos de efectivo. La solución no se basa en capital inicial ni en préstamos.

El rendimiento neto es de 192,379.00 pesos, que cubriría el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra en 1 millón de pesos por hectárea, sin compensación para los dos miembros de la familia que trabajan en la finca. Con una finca de 100 hectáreas, el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra sería de 50,000,000 de pesos con un precio de tierra de 2.5 millones de pesos y 20,000,000 de pesos con un precio de tierra de 1 millón de pesos. Con una finca de 100 hectáreas, los costos de oportunidad de la propiedad de la tierra se cubrirían fácilmente con el dinero que queda para los trabajadores familiares.

**Tabla 5.** Asignación de tierras y precios sombra cuando se introducen cultivos arbóreos intensivos

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
NoIr.OilPalm	.	.	1.0000E+5	-6118.722
NoIr.Caucho	.	2.301	1.0000E+5	.
NoIr.Cow_Steer	.	.	1.0000E+5	-14.903
NoIr.Cashew	.	77.539	1.0000E+5	.
NoIr.Cacay	.	0.972	1.0000E+5	.
NoIr.Trad Cow-Calf	.	.	1.0000E+5	-136.732

Una crítica de la solución base con tres cultivos arbóreos es que la gestión puede ser demasiado compleja, especialmente para los agricultores familiares. Si el caucho y el cacay se ponen a cero, la solución es 83 ha de marañón. El retorno neto estimado se ha reducido a 170,870,000 pesos, lo cual es suficiente para cubrir el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra en 100 hectáreas de finca con dinero para la vida familiar. En la solución de únicamente marañón, se contratan 2 trabajadores permanentes y el trabajo temporal es una restricción vinculante en noviembre en el momento de la fertilización de marañón. Los trabajadores permanentes solo están inactivos en abril.

Cuando la mano de obra aumenta a un máximo de 100 trabajadores permanentes y 1000 trabajadores temporales por mes a niveles de salario mínimo, la solución tiene áreas más grandes de los tres cultivos arbóreos: 644 ha de marañón, 255 ha de caucho y 57 ha de cacay. Los 100 trabajadores permanentes disponibles son contratados y la contratación temporal es una restricción vinculante en enero para la cosecha de marañón y en julio durante el corazón de la temporada de lluvias, cuando hay pocos días de campo buenos para el trabajo agrícola. El rendimiento neto estimado es de 2,573,374,000 pesos que cubriría fácilmente el costo de oportunidad de la propiedad

de la tierra con fondos disponibles para mano de obra familiar, gerentes contratados y asistencia técnica.

Si los trabajadores necesitan ser reclutados de otros lugares con salarios más altos y las tasas salariales se duplican, la solución todavía se centra en los mismos tres cultivos arbóreos pero con una mayor proporción de marañón. La asignación es de 800 ha de marañón, 134 ha de caucho y 21 ha de cacay. Con mayores salarios, el marañón es la cosecha preferida porque proporciona buenos rendimientos con requisitos de mano de obra relativamente bajos. El marañón requiere 9.86 días por ha / año. El caucho necesita 45 días / ha / año y cacay 40.78 días / ha / año. El número de trabajadores permanentes se reduce a 46, pero el trabajo temporal todavía está en su máximo en enero y julio. El rendimiento neto se estima en 1,810,038,000 pesos, que aún es suficiente para cubrir el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra a precios corrientes en gran parte de Vichada, al tiempo que permite cubrir el costo de vida familiar y pagar la administración.

Si los salarios se deben triplicar para atraer al número necesario de trabajadores, la solución se inclina aún más hacia el marañón, con 882 ha. El caucho se reduce a 8 ha y cacay a 65 ha. Los trabajadores permanentes se reducen a 35 y el trabajo temporal es solo una restricción vinculante en enero durante la cosecha de marañón. El rendimiento neto se estima en 1,329,548,000 pesos, el retorno neto aún suficiente para cubrir el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra, y para cubrir el costo de vida familiar y pagar la administración.

Las soluciones de alta disponibilidad laboral representan el caso de los inversores de mayor escala. Si hay más de una granja de tamaño UAF disponible, la solución es aumentar las áreas de cultivos arbóreos intensivos. Un desafío importante con tales operaciones a gran escala en el estado estacionario es atraer mano de obra adecuada, pero la rentabilidad parece ser lo suficientemente alta como para soportar salarios que son varias veces los niveles de salario mínimo. Un reto aún mayor sería apoyar el negocio de cultivos arbóreos intensivos hasta que alcance el estado estable. Los cultivos arbóreos requieren varios años después de la siembra antes de que se produzca cualquier producto comercial y años adicionales antes de que los árboles estén en plena producción. No obstante, los cultivos arbóreos intensivos parecen ser una oportunidad para los inversores a gran escala en Vichada.

Otra preocupación expresada por los inversores a gran escala en Vichada es que el costo logístico de transportar sus productos desde la finca a Puerto Carreño u otro mercado fluvial consumiría las ganancias. Por ejemplo, el costo imprevisto de la logística fue uno de los principales motivos por los que fracasó el programa de caucho de Indupalma en Vichada. Para evaluar el impacto de un mayor costo de logística, el costo de transporte en el modelo se duplicó. En la solución de referencia, se dedujeron 200 pesos / kg del precio del modelo Altillanura para contabilizar el transporte. En esta solución, se deducen 400 pesos / kg. Con 100 trabajadores permanentes disponibles, 1,000 trabajadores temporales por mes y salarios a tres veces los niveles de salario mínimo, la asignación de tierra es casi por completo marañón. De las 956 hectáreas en total, 941 se asignan a marañón, con el resto en caucho. Los trabajadores permanentes son 37 y el trabajo temporal no es una restricción vinculante. El rendimiento neto estimado es de 1,118,900,000 pesos,

que es suficiente para cubrir el costo de oportunidad de la propiedad de la tierra, el costo de vida familiar y la administración.

**Silvicultura comercial** – Una de las nuevas opciones en Vichada es la silvicultura comercial. La compañía Forest First (<http://www.forestfirst.com/>) está liderando el esfuerzo en este sentido. Su plan es producir acacia magnum y eucalipto con la estrategia de enviar astillas de madera a Puerto Ordaz en la costa atlántica de Venezuela a través del río Orinoco. El mercado final está en Europa. Esperan plantar 150,000 hectáreas en Vichada y ya han plantado 4,500. Están desarrollando una unidad de "servicios forestales" para otros propietarios de tierras en las regiones. Esperan ayudar a estos otros propietarios de tierras a plantar 35,000 hectáreas. Actualmente, 535 hectáreas de árboles están plantadas en tierras de terceros. Debido a que la mano de obra es difícil de contratar en Vichada, han desarrollado un sistema de producción mecanizada. Por ejemplo, tienen tres máquinas de plantar árboles. La compañía compartió algunos datos sobre sus costos y la producción esperada, que sirve como base para una actividad forestal comercial en el análisis de Vichada. Los lectores deben tener en cuenta que Forest First se centra en silvicultura de inversores. No tienen experiencia o datos sobre silvicultura de pequeños y medianos agricultores.

La Tabla 6 muestra las necesidades de mano de obra manual para una hectárea de acacia o eucalipto. Esto no incluye a los contratistas que conducen tractores y otros equipos para la preparación de la tierra, la dispersión de fertilizantes, el corte y la cosecha. En el sistema ForestFirst, la cosecha debe ser manejada en su totalidad por un contratista por US \$10 / m<sup>3</sup>.

El costo directo de la silvicultura es principalmente servicios de maquinaria, fertilizantes, plántulas y herbicidas. ForestFirst indica que los costos directos del año de siembra son de aproximadamente US \$1,000 / ha. Para el modelo, este costo se distribuyó uniformemente durante los 12 meses del primer año (Tabla 7), menos el valor del trabajo manual (Tabla 6) y más una tarifa de asistencia técnica de 25,000 pesos / mes. Con un tipo de cambio de 2,680 pesos / US \$, esto resulta en un costo directo mensual de 218,333 pesos. En los años 2 a 7, los costos directos son principalmente para el control de malezas en el período de marzo a julio. Esto incluye podar cargados a la misma tasa que en el año 1 y herbicida a US \$10 / kg aplicado a una tasa de 1.5 kg / ha en aproximadamente el 10% del área cada mes. En los años 2 a 7, se cobran 25,000 pesos / mes / ha por asistencia técnica. Con un rendimiento esperado de 230 m<sup>3</sup> / ha con un costo de cosecha de US \$10 / m<sup>3</sup> distribuido uniformemente durante 12 meses, el costo de cosecha mensual esperado es de 804,000 pesos. Este patrón de cosecha puede ajustarse debido al clima, para adaptarse a otros cultivos cultivados en la granja u otras razones.

Para estimar los parámetros de estado estacionario, se hizo un promedio ponderado de las estimaciones de costos directos y laborales. Con el peso en el primer año de 1/7, en los años 2 a 7 de 1/7 cada uno, y el costo de cosecha se suma al año siete. Los promedios ponderados se dan en la Tabla 8. El requisito de mano de obra en el estado estacionario de silvicultura es entre la producción de carne de vaca en aproximadamente 1 día por hectárea y el marañón en casi 10 días por hectárea. Los costos directos del estado estacionario de silvicultura que utilizan el enfoque ForestFirst son menores que los de la palma de aceite y cerca de la de cacay.

**Tabla 6.** Necesidades laborales manuales forestales

	<b>Año 1 días/ha</b>	<b>Años 2-7 días/ha</b>	<b>Cosecha - Contratista</b>
<b>Enero</b>	0.6	0.8	0
<b>Febrero</b>	0.6	0.8	0
<b>Marzo</b>	0.6	1	0
<b>Abril</b>	0.6	1	0
<b>Mayo</b>	0.6	1	0
<b>Junio</b>	0.6	1	0
<b>Julio</b>	0.6	1	0
<b>Agosto</b>	0.6	0	0
<b>Sept</b>	0.6	0	0
<b>Oct</b>	0.6	0	0
<b>Nov</b>	0.6	0	0
<b>Dic</b>	0.6	0	0

**Tabla 7.** Costo directo forestal

	<b>Año 1 días/ha</b>	<b>Años 2-7 días/ha</b>	<b>Cosecha - Contratista</b>
<b>Enero</b>	218,333	25,000	804,000
<b>Febrero</b>	218,333	25,000	804,000
<b>Marzo</b>	218,333	252,353	804,000
<b>Abril</b>	218,333	252,353	804,000
<b>Mayo</b>	218,333	252,353	804,000
<b>Junio</b>	218,333	252,353	804,000
<b>Julio</b>	218,333	252,353	804,000
<b>Agosto</b>	218,333	25,000	804,000
<b>Sept</b>	218,333	25,000	804,000
<b>Oct</b>	218,333	25,000	804,000
<b>Nov</b>	218,333	25,000	804,000
<b>Dic</b>	218,333	25,000	804,000

El precio de salida estimado de la madera entregada a la planta de astillado ForestFirst planificada para algún lugar en el río Meta en Vichada, se estima en aproximadamente US \$57.50 / m<sup>3</sup> de chips en Puerto Ordaz, menos un costo de envío de US \$25 / m<sup>3</sup> desde Vichada a Puerto Ordaz en barcaza, y con un transporte de US \$6,50 / m<sup>3</sup> desde la finca hasta la planta de astillado. Con un

tipo de cambio de 2,680 pesos / US \$, esto resulta en un precio neto para el productor de aproximadamente 69,680 pesos / m<sup>3</sup>.

**Tabla 8.** Parámetros de GAMS Forestales

	<b>Mano de obra</b>	<b>Costo directo</b>
<b>Enero</b>	0.77	149.619
<b>Febrero</b>	0.77	149.619
<b>Marzo</b>	0.94	182.098
<b>Abril</b>	0.94	182.098
<b>Mayo</b>	0.94	182.098
<b>Junio</b>	0.94	182.098
<b>Julio</b>	0.94	182.098
<b>Agosto</b>	0.09	149.619
<b>Sept</b>	0.09	149.619
<b>Oct</b>	0.09	149.619
<b>Nov</b>	0.09	149.619
<b>Dic</b>	0.09	149.619
<b>Total</b>	6.69	1958

Si una actividad con los parámetros forestales comerciales descritos anteriormente se incluye en el análisis de la finca familiar de Vichada base UAF con mano de obra limitada, la solución muestra 86,4 hectáreas de acacia y eucalipto y aproximadamente 2,6 hectáreas de cacay con el resto del terreno sin usar. Se contratan dos trabajadores permanentes y el trabajo temporal es una restricción vinculante en abril. Algunos trabajos permanentes están inactivos en el período de agosto a diciembre. En el estado estacionario, todas las actividades se financian con flujos de efectivo. La solución no se basa en capital inicial ni en préstamos. El rendimiento neto estimado es de 1,214,400,000 pesos, que es suficiente para cubrir los costos de oportunidad de ser propietario de la tierra y el costo de vida familiar.

En el escenario de alta disponibilidad laboral con un máximo de 100 trabajadores permanentes y 1,000 trabajadores temporales cada mes, toda la finca está plantada con acacia y eucalipto con dos trabajadores permanentes y mano de obra temporal contratada de enero a julio. Esta solución es la misma incluso si los salarios son 3 veces el nivel de salario mínimo.

Las soluciones con silvicultura comercial muestran el potencial económico de este cultivo, especialmente para el inversor a gran escala, pero debe tenerse en cuenta que la viabilidad económica depende de poder enviar productos de madera en barcaza a Puerto Ordaz en Venezuela. No sería económico enviar productos de madera voluminosos al resto de Colombia debido a los altos costos de transporte. ForestFirst aún no ha cosechado su primer árbol y, en consecuencia, este sistema no ha sido probado.

Para reducir el riesgo, una estrategia podría ser producir acacia y eucalipto en la misma finca con marañón, cacay, caucho o ganado. Desafortunadamente, el patrón de uso de mano de obra del sistema de producción de ForestFirst no crea sinergias con las otras actividades en el modelo de Vichada. Los requisitos laborales para el sistema Forest First son relativamente bajos en el período de agosto a diciembre, pero es difícil encontrar una actividad que pueda usar ese tiempo de manera rentable. El sistema ForestFirst tiene requisitos de mano de obra relativamente altos en enero y febrero, cuando los requisitos de mano de obra son altos para la cosecha de marañón y cacay. Debido a la necesidad de monitorear las plantaciones para el fuego durante la estación seca, sería difícil reducir la mano de obra forestal en enero y febrero.

**Palma de aceite irrigada** – La palma de aceite de secano ha sido parte del análisis de Vichada, pero no entra en las soluciones. Cuando se dispone de 50 hectáreas de tierras de regadío y se introduce palma de aceite de regadío en el modelo de finca de tamaño base UAF con disponibilidad de mano de obra limitada, se repiten las soluciones bases descritas anteriormente. La tierra se destina principalmente al marañón, con pequeñas áreas de cacay y caucho.

En el escenario de alta disponibilidad laboral (100 trabajadores permanentes, 1,000 trabajadores temporales por mes), con las 50 hectáreas de tierra de regadío disponibles, las 50 hectáreas se plantan con palma de aceite. La tierra no irrigada se asigna a 606 hectáreas de marañón, 249 hectáreas de caucho y 52 hectáreas de cacay. Los 100 trabajadores permanentes disponibles son contratados y el trabajo temporal es una restricción vinculante en enero y julio. El rendimiento neto estimado es de 2,633,300,000 pesos que es suficiente para cubrir los costos de oportunidad de propiedad de la tierra, pagar la vida familiar y la administración de la cobertura. Cuando se necesitan salarios de tres veces el salario mínimo para reclutar trabajadores, la palma irrigada permanece en la solución, pero la tierra no irrigada se asigna más al marañón de trabajo relativamente bajo.

**Conclusiones** – El análisis de programación lineal de las oportunidades agrícolas de Vichada sugiere que el marañón es una buena opción. Es un producto de relativamente alto valor que puede ser rentable incluso con altos costos de transporte. Debido a que el marañón se envía seco, tiene la flexibilidad de esperar hasta que el río Meta esté alto y las barcas puedan llegar a Puerto Gaitán. El marañón requiere relativamente poco mano de obra.

En términos de selección de cultivos agrícolas y ganado, la principal pregunta que queda sin responder es "¿Cuál es la mejor actividad para combinar con marañón para usar de forma efectiva el año laboral familiar y permanente?" El requerimiento del marañón varía de 0.16 días en abril a 1.08 días en Noviembre y diciembre. También es relativamente alto en enero y febrero. ¿Qué cultivos o ganado tendrían sus necesidades laborales máximas en el período de marzo a octubre? El caucho y la palma de aceite tienen un año relativamente constante en torno a las necesidades de mano de obra y, por lo tanto, no crean sinergias laborales con el marañón. Las dos actividades vaca-becerro en el análisis de Vichada también tienen necesidades laborales relativamente constantes de mes a mes. En el sistema ForestFirst, sus necesidades laborales máximas son de enero a julio, lo que se superpone con los meses de trabajo pico de marañón. Podría ser posible diseñar un sistema forestal para pequeños y medianos agricultores que planee el mantenimiento y la cosecha del bosque (si hacen su

propia cosecha) principalmente en el período de marzo a octubre. En términos de crear sinergias laborales, una de las mejores opciones sería sembrar cereales y oleaginosas en marzo o abril y cosecharse en agosto, pero con el costo actual de transporte, es poco probable que los granos en efectivo y las semillas oleaginosas sean rentables y alimentar a los cerdos o las aves de corral tampoco es prometedor porque el mercado local es pequeño y el costo del transporte al resto de Colombia es prohibitivo. Si ForestFirst logra demostrar que la ruta de la barcaza a Puerto Ordaz es viable, la situación económica de Vichada cambiaría drásticamente. Con el río Orinoco, el transporte de marañón, cacay, caucho y aceite de palma de riego seguiría siendo rentable, pero los granos en efectivo y las semillas oleaginosas serían potencialmente relevantes.

### **Referencias**

Adzanyo, Mary, Ashok Narayanan, Vu Thai Son, Olusegun Awolowo, Rita Weldinger, Amit Khirbat, Harl Nair, Vasudex Bakur, Shiru Mwangi, Somnath Chatterjee, "The World Cashew Sector Vision 2020," 2016.

Bhoothes, R.K., "RCN Markets – A Global Perspective," Cashew Export Promotion Council of India, 2015.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), [Proyecciones de Población](http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion), <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>, consulted 27 Nov. 2017.

Finkeros, "Extensiones de las UAF en la regional Meta," January 3, 2014, <http://abc.finkeros.com/extensiones-de-las-uaf-en-la-regional-meta/>.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), "Vichada, un territorio apt para cultivos y Ganado pero con restricciones y grandes inversiones," 2016, <http://noticias.igac.gov.co/vichada-un-territorio-pto-para-cultivos-y-ganado-pero-con-restricciones-y-grandes-inversiones/> - accessed 27 Nov. 2017.

Sobhana, A., and P.B. Pushpalatha, "Cashew Apple – an Unexploited Fruit for Processing" Chapter 21 in [www.cashewinfo.com](http://www.cashewinfo.com), Cashew Handbook 2014: Global Perspective, Foretell Business Solutions Private Limited Bengaluru, India, [www.cashewinfo.com](http://www.cashewinfo.com), 2014.

Universidad de los Andes, CORPOICA, Gobernación de Vichada, "Fortalecimiento de la capacidad de innovación de la cadena de valor del marañón en el Vichada," Agosto, 2016.

Vichada Department, "Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019", 2016. Gobernación de Vichada, <http://www.vichada.gov.co/presentacion.shtml?apc=a-xx-1-&x=1370952>

[www.cashewinfo.com](http://www.cashewinfo.com), Cashew Handbook 2014: Global Perspective, Foretell Business Solutions Private Limited Bengaluru, India, [www.cashewinfo.com](http://www.cashewinfo.com), 2014.

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