

Modelo de estimación en el uso de bioinsumos en la producción de aguacate Hass (*Persea americana* mills) en el oriente antioqueño

Yomar Javier Sánchez Caicedo¹, Francisco Eladio Restrepo Escobar²

Recibido: 31 marzo 2016 / Aceptado: 29 junio 2016

DOI: 10.22507/jals.v5n1a1

■ Resumen

Introducción. La presente investigación surgió de la necesidad que hoy se tiene de producir alimentos inocuos, cultivos sanos y proteger al medio ambiente, para lo cual, la producción agrícola empieza a dar un giro hacia la sustitución de agroquímicos por el uso de los bioinsumos. Inicialmente se hizo un análisis sectorial presentando conceptos importantes relacionados con los bioinsumos desde un contexto internacional y nacional, además se describen aspectos importantes de la cadena de aguacate a nivel internacional, nacional y regional. Revisada la literatura, se encontró algunos estudios que hablan, sobre las prácticas de producción limpia o ecológica, y alternativas ambientales más amigables de producción que contribuyen al impulso de los sectores productivos, en este caso el de aguacate Hass. **Objetivo.** Establecer un modelo de estimación de la cantidad de bioinsumos usados mensualmente a partir del área cultivada, para la producción de aguacate Hass en el oriente Antioqueño. **Materiales y métodos.** Se utilizó un diseño de investigación transversal. La muestra se constituyó con productores de aguacate de la región del oriente antioqueño. Se utilizó la encuesta como instrumento de recolección de información y se analizaron los resultados a la luz del marco teórico para determinar la cantidad de bioinsumos usados a partir del área cultivada en la producción de aguacate. **Resultados y conclusiones.** El modelo de proyección de bioinsumos utilizado es específico para la zona del Retiro Antioquia y en el pueden existir variaciones debido a factores climáticos, periodos de producción, prácticas culturales, entre otras. La utilización de bioinsumos por los productores de aguacate Hass, fortalece la implementación de buenas prácticas agrícolas, con el fin de asegurar la inocuidad, calidad y condición fitosanitaria de la oferta para el mercado internacional..

Palabras claves: bioinsumos, modelo, estimación, aguacate, asociación.

¹ Profesor investigador, Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín - Colombia. Magister en Administración. yjcaicedo@elpoli.edu.co

² Profesor investigador, Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín - Colombia. Magister en Gerencia del Talento Humano. ferestrepo@elpoli.edu.co



Estimation model in the use of bioinputs for the production of Hass avocado (*Persea americana* mills) in the east of Antioquia

■ Abstract

Introduction. This research work comes from the current necessity of producing safe food, having sound crops and protecting the environment. In order to achieve these endeavors, the agricultural producers are starting to replace agrochemical products with bioinputs. The first step followed was a sectorial analysis, introducing important concepts related to bioinputs from the national and international contexts. Besides, important aspects of the avocado chain at the regional, national and international levels are described. In the literature revision some studies were found, covering aspects such as cleaner or ecological production practices and more environmentally friendly alternatives that contribute to boost production sectors, such as Hass avocado production in this case. **Objective.** To establish a model to estimate the quantity of bioinputs used every month, based on the cultivated area, to produce Hass avocado in the Antioquian East. **Materials and methods.** A survey was used as the instrument to collect the information and the results were analyzed with base on the theoretical framework, in order to determine the quantity of bioinputs used according to the area cultivated for the avocado production. **Results and conclusions.** The bioinputs projection model for Hass avocado producers strengthens the implementation of best agricultural practices, in order to assure the safety, the quality and the phytosanitary condition of the offer for international markets.

Key words: bioinputs, model, estimation, avocado, association.

Modelo de estimação no uso de bioinsumos na produção de abacate Hass (*Persea americana* Mills) no este de Antioquia

■ Resumo

Introdução. Esta pesquisa surgiu da necessidade que hoje se tem de produzir alimentos inócuos, plantações sadias y proteger o meio ambiente, pelo qual, a produção agrícola começa virar para o uso de bioinsumos e não de agroquímicos. Inicialmente, foi feito uma análise setorial apresentando conceitos importantes relacionados com os bioinsumos desde um contexto internacional y nacional, ademais se descrevem os pontos importantes da cadeia de abacate no nível internacional, nacional e regional. Depois de revisada a literatura, foram encontramos alguns estudos que falavam sobre as praticas de produção limpa e ecológica, e alternativas ambientais mais amigáveis de produção que ajudem ao impulso dos setores produtivos, neste do abacate Hass. **Objetivo.** Estabelecer um modelo de estimação da quantidade de bioinsumos usados mensalmente a partir da área cultivada, para a produção de abacate Hass no este de Antioquia. **Materiais y métodos.** Foi utilizado um desenho de pesquisa transversal. A amostra estava composta de produtores de abacate da região do este da Antioquia. Foi usada uma lista de perguntas como ferramenta de recolecção de informação e foram analisados os dados baseados no marco de referencia para calcular a quantidade de bioinsumos usados a partir da área platada na produção de abacate. **Resultados y conclusiones.** O modelo de projeção de bioinsumos utilizado é específico para a área de Retiro Antioquia e as variações podem ser devidas a factores climáticos, períodos de produção, práticas culturais, entre outros. O uso de bioinsumos por produtores

de abacate Hass, fortalecer a implementação de boas práticas agrícolas, a fim de garantir a segurança, qualidade e condição fitossanitária da oferta para o mercado internacional.

Palavras chave: bioinsumos, modelo, estimação, abacate, associação.

■ Introducción

La protección del ambiente y el desarrollo humano sustentable son requisito fundamental en la sociedad actual; sin embargo, la agricultura moderna presenta serios problemas económicos y ecológicos; es por eso que en los últimos años ha tomado fuerza y es considerada como un éxito la agricultura orgánica, que promueve una nueva concepción de productos agropecuarios, a partir de la utilización de bioinsumos de gran importancia para el equilibrio de los ecosistemas.

Las investigaciones y experimentos en torno al uso de alternativas ambientales más amigables de producción han demostrado que los bioinsumos³ son una herramienta para alcanzar la competitividad, estos son altamente influyentes en la construcción de una agricultura sostenible y en la actualidad su producción ha llegado a mantener un mercado dinámico a nivel mundial. Se utilizan con el fin de disminuir el uso de pesticidas, la reducción del efecto invernadero, el mejoramiento de la calidad del agua, entre otros, como un medio para que los países alcancen sus objetivos de desarrollo sostenible.

Generalidades de los bioinsumos. Dentro de las tendencias en investigación, los bioinsumos se convierten en un resultado tangible de la biotecnología agropecuaria y se enmarcan

³ Se llaman así los insumos utilizados en la nutrición y protección de las plantas y animales, que son originados mediante procesos de síntesis, extracción o cultivo a partir de fuentes naturales y que son biodegradables, tales como abonos orgánicos, abonos foliares, bioplaguicidas (Servicio Fotosanitario del Estado de Costa Rica)

dentro de la visión de producción agropecuaria sostenible, de tal manera que se hace necesario potenciar su desarrollo a través de diversas herramientas y tecnologías actuales como la genómica, la biología molecular, la bio-prospección, entre otras. Las tendencias actuales hablan sobre "el pesticida ideal", aquel que sea biodegradable y de baja toxicidad para los seres vivos. A nivel internacional, se ha generado un desarrollo activo de la agricultura ecológica impulsado por la creciente sensibilidad del consumidor en los temas relacionados con la seguridad alimentaria, la inocuidad, los impactos ambientales y sociales, entre otros. En tal sentido, los bioinsumos han tenido un auge ligado a la disminución del uso de pesticidas químicos, principalmente en la floricultura, horticultura, frutas, algodón, caña de azúcar, cereales y especias, entre otros, atendiendo igualmente a las regulaciones que sobre las materias han expedido diversos organismos y gobiernos a nivel mundial. (COLCIENCIAS,2007)

Thakore (2006) quien cita a Sánchez (2002), el mercado de alimentos orgánicos o ecológicos presenta ventas en Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Estados Unidos que concentran el 80% del mercado; solamente Europa (47%) y Estados Unidos (49%) concentran el 98% de las ventas. El crecimiento del mercado orgánico es del 20%, mientras que el tradicional es del 1.2%. En este contexto surgen los mecanismos que permiten tener sistemas de producción más eficientes, dentro del que se encuentran las Buenas Prácticas Agrícolas –BPA, que son un conjunto de prácticas que buscan garantizar la inocuidad de los productos agrícolas, la protección del ambiente, la seguridad y el bienestar de los trabajadores y la sanidad agropecuaria, con el fin de mejorar los métodos convencionales de producción y reducir el uso de agroquímicos (FAO, 2007).

A nivel nacional, en el Plan Nacional de Desarrollo de Colombia 2002 – 2006 se reconoce que el



manejo social del campo requiere de la agro biotecnología, que demanda una gestión integral de acceso a recursos genéticos, propiedad intelectual y bioseguridad (REDBIO-FAO, 2006). Es evidente el rezago del país en este campo. En el Plan de Desarrollo 2006-2010, con el fin de consolidar el proceso de recuperación y de crecimiento del sector, se propone un conjunto de estrategias orientadas a la promoción de la productividad y la eficiencia, entre las cuales está la reducción de costos de producción, y dentro de ésta se cuenta con la línea de acción específica de desarrollo y comercialización de bioinsumos.

La importancia de los bioinsumos en el sector agrícola radica en que son alternativas de tipo biológico que conducen a la reducción de la fertilización y manejo fitosanitario químico, y disminuyen de esta manera los costos ecológicos, económicos y sociales (Bonilla, 2006). Por medio de la combinación de la eficiencia y la seguridad, ofrecen beneficios sobre los insumos convencionales, principalmente (BPIA, 2007): Disminución en el riesgo de las aplicaciones, Manejo de resistencia y manejo de los residuos o trazas, reducción del tiempo de carencia y la seguridad humana y ambiental. Además, ofrecen una serie de ventajas y oportunidades comerciales a los cultivadores, que se generan a partir de las tendencias sociales en el ámbito mundial.

Cadena productiva del aguacate

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es la cuarta fruta tropical más importante en el mundo en términos de volumen de producción y mercado. En Colombia, el aguacate se ha convertido en un rubro de gran importancia económica y social, principalmente por la generación de empleo en mano de obra directa e indirecta en las principales zonas de producción del campo. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, 2012)

La oferta mundial es 4.000.000 de toneladas de aguacate, pero el mundo requiere de 8.000.000 de Toneladas, presentándose un déficit de 4.000.000 de toneladas, es bajo esta amplia posibilidad del mercado que Colombia puede incursionar en el contexto internacional. Según datos del congreso mundial de aguacate, Australia 2012. (ICA & AGRONET, 2011).

El mercado mundial del aguacate alcanza alrededor de 3'000.000 de toneladas, de las cuales México que es el principal productor, aporta aproximadamente 1'200.000, consumiéndose más del 50% de las mismas, lo que lo ubica como el principal consumidor de aguacate en el mundo. Estados Unidos es el mayor importador de aguacate y actualmente está consumiendo alrededor de 470.000 toneladas de las cuales un 65% es importado desde México, un 10% desde Chile y el porcentaje restante es producido en California e importado de otros orígenes. Europa se viene perfilando como un consumidor importante de aguacate, pues con una población de 500 millones de habitantes, apenas se consume 220.000 toneladas, pero con una dinámica creciente gracias a la promoción y al riesgo de empezar a consumir productos saludables y nutritivos, donde el aguacate se inserta perfectamente (Asohofrucol, 2013).

En Colombia el aguacate está concentrado principalmente en 4 regiones: Región Costa Caribe, Región de los Santanderes, Región centro occidente, Región Central, En todas las regiones predomina la producción de aguacate variedad hass. El destino principal de exportaciones es Holanda. (Bacex, 2015).

La historia del aguacate Hass en el país se inicia en el año 2000 con aproximadamente 1.200 hectáreas sembradas, que permanecieron relativamente estables hasta hace cinco años, cuando se empezó a dar un incremento importante en las siembras. Dadas las inmensas posibilidades en el mercado mundial, se ha

dado gran impulso al sistema de producción tipo exportación, el cual está dirigido al aguacate Hass, con aproximadamente 8.800 hectáreas en producción en el país, de las cuales se estima que 3.000 hectáreas, están cultivadas en el departamento de Antioquia. (Gobernación de Antioquia, 2012)

La difícil tarea de exportación de esta variedad de aguacate a Europa, la inició la Asociación de Productores de Aguacate del Municipio de El Retiro –APROARE-, la cual recibió apoyo de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y con el esfuerzo de los productores se construyó una moderna planta empacadora y exportadora de aguacate, ubicada en el Municipio de El Retiro. Los primeros resultados se obtuvieron en el año 2009 con la exportación de 5 contenedores, y en el 2010 con el envío de 11 contenedores a Holanda, a través

del puerto de Ámsterdam.

Pero la mayor experiencia la obtuvo APROARE en el periodo comprendido entre diciembre 2012 y marzo de 2013, con la exportación de 25 contenedores a Holanda con el apoyo de las empresas Westfalia y Wolf & Wolf. (Gobernación de Antioquia, 2012)

Para incrementar la productividad y competitividad del aguacate Hass en el Departamento de Antioquia, este sector productivo ubicado especialmente en las regiones de Oriente, Suroeste y Norte, dispone de 14 mil millones de pesos que están en ejecución, gracias al macro-proyecto denominado Desarrollo tecnológico, productivo y comercial del aguacate, presentado por la Gobernación de Antioquia, a través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, al Sistema General de Regalías –SGR-.

■ Metodología

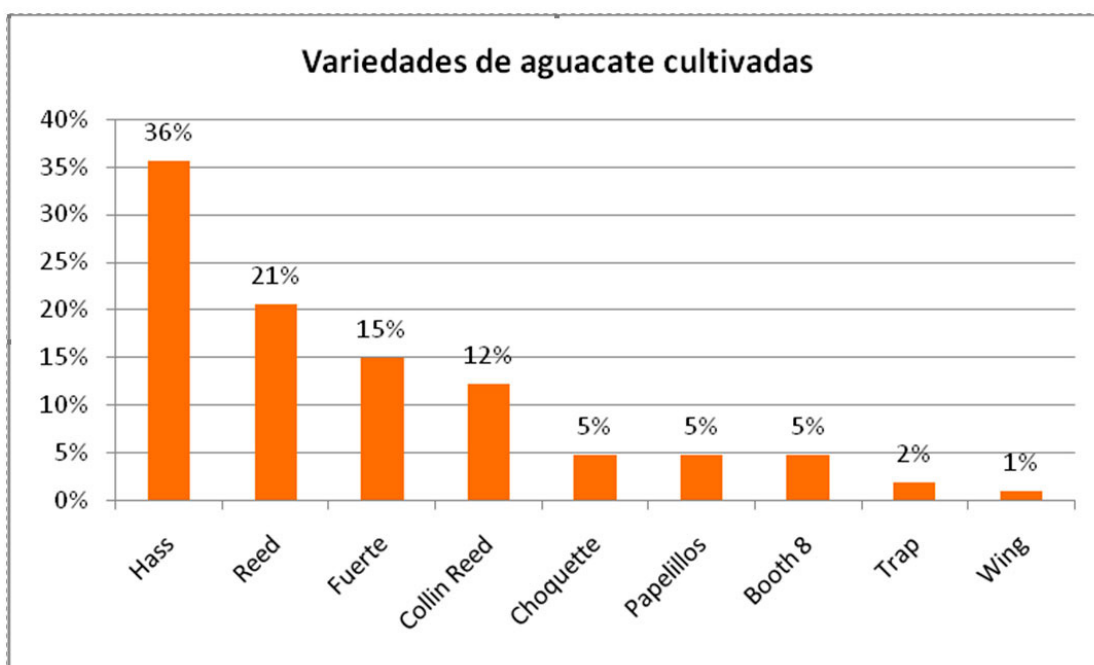
Tipo de investigación	La investigación es de tipo descriptivo. Consiste en describir las características de los productores de aguacate del oriente cercano del departamento de Antioquia.
Métodos de investigación	El método utilizado para el estudio es de índole cuantitativa, dado que los resultados son exactos, precisos y representativos de la población.
Fuentes de información	Las fuentes de información para realizar el estudio son de carácter externas; es decir, la información se obtiene de los productores de aguacate del oriente cercano del departamento de Antioquia.
Técnicas de recolección de Información	La técnica de recolección de información se utilizó mediante datos primarios, por medio de la aplicación de la encuesta y datos secundarios utilizando la información estadística del sector agropecuario del departamento de Antioquia.
Instrumento	El instrumento de recolección de información para la elaboración del modelo fue la encuesta, la cual consta de dos componentes: uno de información general sobre los productores de aguacate y otro sobre el cuestionario específico de las variables que facilitarán el análisis para la elaboración del mismo.
Modo de aplicación	La encuesta se aplicó a propietarios o administradores de fincas productoras de aguacate del oriente cercano del departamento de Antioquia.
Definición de la población	La población está definida por 214 productores de aguacate pertenecientes a la Asociación de Productores de Aguacate de el Retiro – APROARE, los cuales poseen sus fincas de producción en el oriente cercano y algunos municipios aledaños a esta subregión.



Procesos de muestreo	<p>Para el estudio se utilizó el muestreo probabilístico, donde cada productor de aguacate de APROARE tenía la misma probabilidad de ser elegido en la muestra. Al seleccionar la muestra inicial se encontró que la ubicación de los productores de aguacate fue dificultosa y, a los que se ubicaron no respondieron al llamado que se realizó en varias ocasiones, para la aplicación de la encuesta. Bajo estas circunstancias, se ajustó el tamaño de la muestra a 42 productores, mediante la siguiente fórmula:</p> $n = \frac{Z^2 p q N}{NE^2 + Z^2 p q}$ <p>Fuente: Martínez, 2006</p> <p>Donde: n es el tamaño de la muestra: 42 Z es el nivel de confianza del 95%: 1,96 p es la variabilidad positiva: 0,5 q es la variabilidad negativa: 0,5 N es el tamaño de la población: 214 E es la precisión o el error: 13,5%</p>
Marco muestral	El marco muestral fue constituido por 42 productores de aguacate pertenecientes a APROARE.

■ Resultados y discusión

Figura 1. Variedades de aguacates cultivadas reportada por los productores.

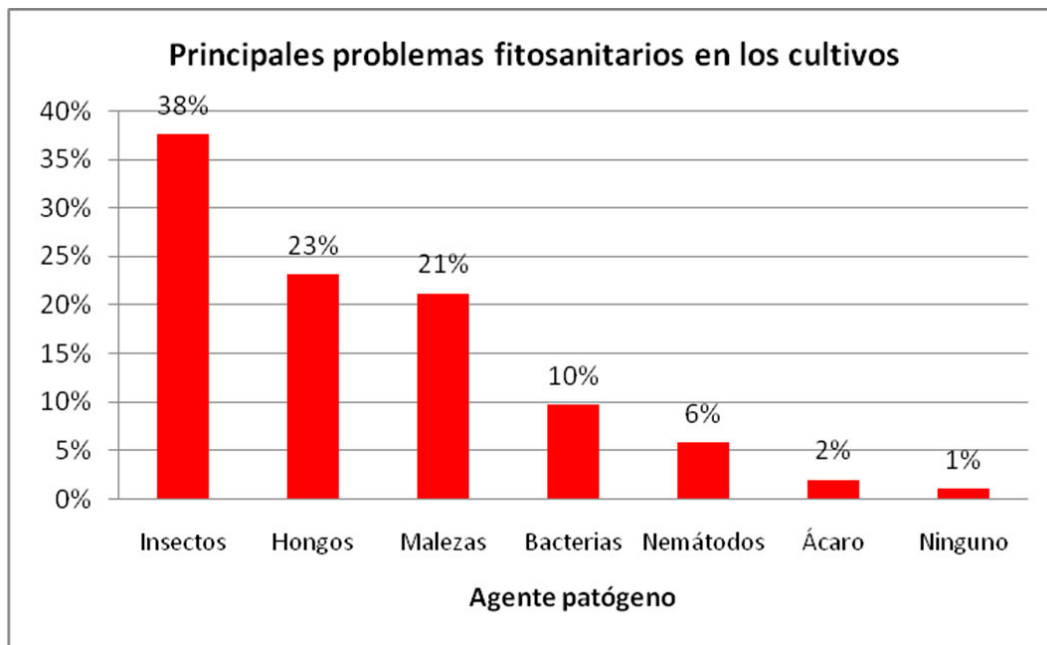


Fuente: Elaboración propia.

Los productores de aguacate del oriente Antioqueño en un 35% de los encuestados están produciendo aguacate tipo Hass con destino a exportación, otras variedades de aguacate cultivadas son Reed (21%), Fuerte (15%), Collin

Reed (12%). Son pocos los productores de Choquette, Papelillos y Booth 8 en un porcentaje del 5% respectivamente. Y es poco relevante el numero de productores de aguacate tipo Trap (2%) y Wing (1%).

Figura 2. Principales problemas sanitarios en los cultivos.



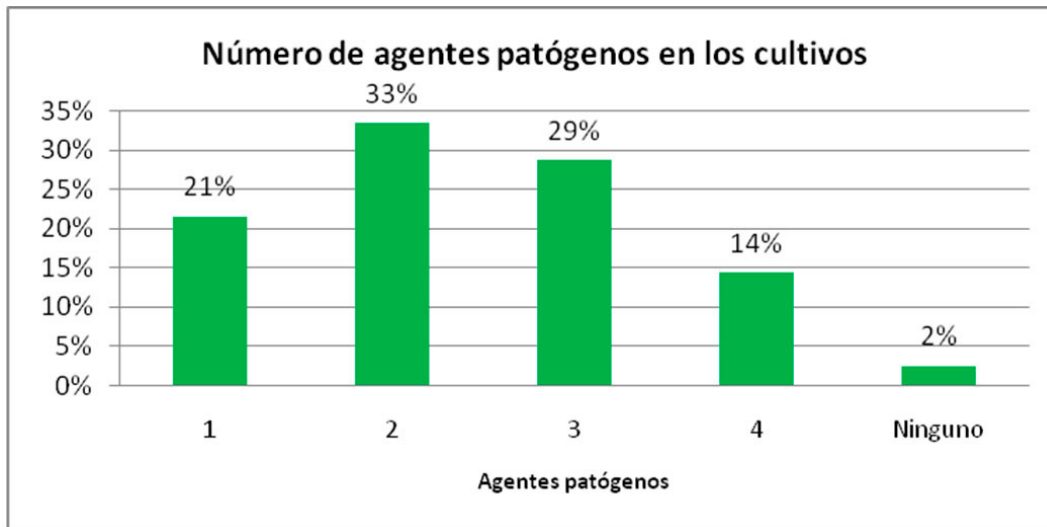
Fuente: Esta investigación.

Con relación a la pregunta sobre los problemas sanitarios en los cultivos; 39 de los encuestados que corresponden al 38% consideran que son los insectos los que más los afectan, mientras que 24 de los agricultores que corresponden al 23% estiman a los hongos como los causantes

de sus problemas. Es importante la respuesta de 22 productores en una proporción del 21%, para quienes las malezas son otro factor que incide en los cultivos. Son poco relevantes para los agricultores problemas sanitarios como son las bacterias, nematodos y ácaros.



Figura 3. Número de agentes patógenos en los cultivos.

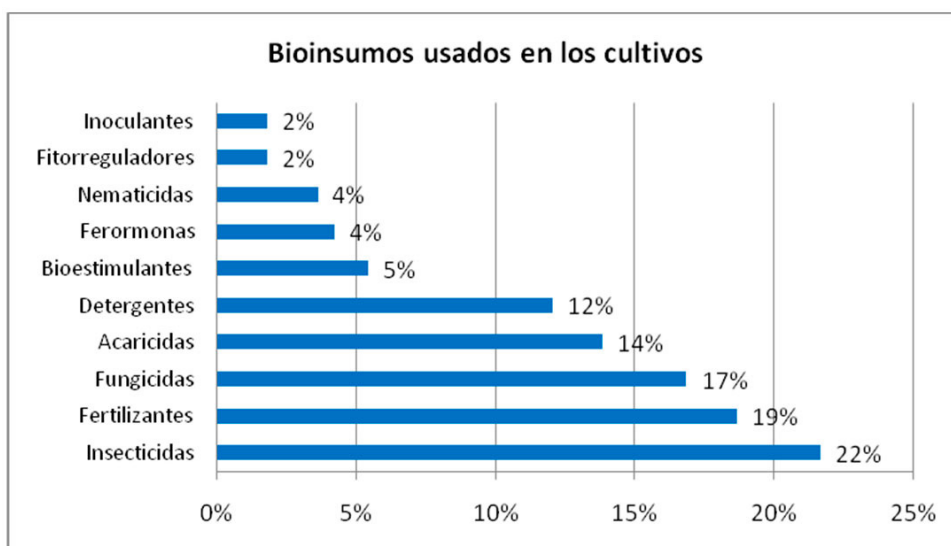


Fuente: Esta investigación.

De los 42 agricultores encuestados 14 de ellos que representan el 33% consideran como dos el número de agentes patógenos que los afectan, mientras que 9 de estos que corresponde a un 21% considera que los afecta un solo agente patógeno. 12 de los 42 encuestados considera que son tres los agentes que los afectan y 6 productores que

corresponden al 14% consideran que son cuatro los agentes patógenos. Es importante la pregunta y sus respuestas por cuanto el laboratorio tendrá una base de análisis para determinar el tipo de patógeno (Insectos, Hongos, Acaros, Bacterias, Nematodos y Malezas) a intervenir.

Figura 4. Bioinsumos utilizados en los cultivos.

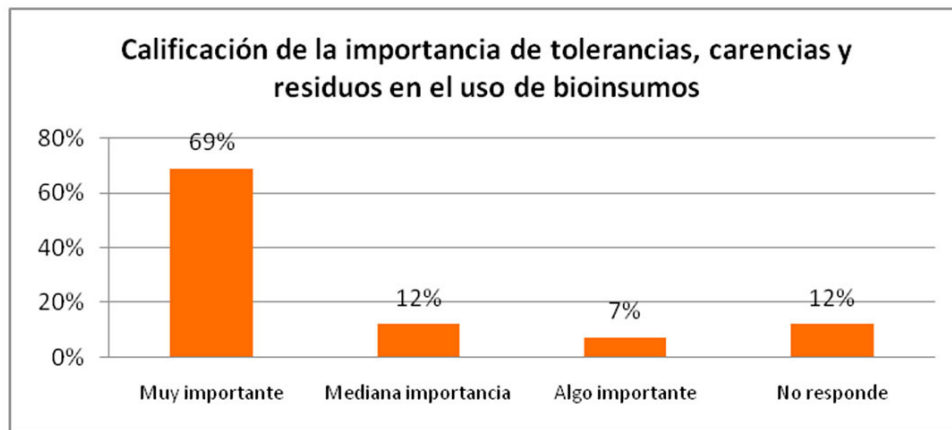


Fuente: Esta investigación.

Respecto a la pregunta relacionada con el tipo de bioinsumos que utilizan los productores de aguacate del oriente antioqueño; 36 que corresponden al 22% usan insecticidas, 31 de los productores que corresponden a 19%, usan fertilizantes; 28 que corresponden al 17% de los encuestados responden que usan fungicidas; 23

que corresponden al 14% usan acaricidas y 20 que corresponden al 12% de los productores usan detergentes para el control de las enfermedades. Son poco representativas las respuestas con relación al uso de bioestimulantes, feromonas, nematicidas, fitoreguladores e inoculantes.

Figura 5. Calificación de la importancia de las tolerancias, carencias y residuos en el uso de bioinsumos



Fuente: Esta investigación.

El grado de importancia que los productores de aguacate le dan a las tolerancias, carencias y residuos se comporta de la siguiente manera: 29 de los encuestados que corresponden al 69% lo califican como muy importante, 5 de los agricultores que corresponden al 12% lo califican como de mediana importancia y 3 de los encuestados que corresponden al 7% lo califican como algo importante.

Modelo de estimación para proyectar la cantidad de bioinsumos requerido

Proyección de la demanda

Para proyectar la demanda de la cantidad de bioinsumos requeridos para la zona de estudio, se estableció un proceso secuencial apoyado en el análisis estadístico que permitió realizarse a

través de los datos obtenidos en las encuestas. Dicho proceso estuvo determinado por la relación de variables y selección del modelo adecuado para estimar la cantidad de bioinsumos usados.

Relación de variables

Para el análisis de la relación entre las variables se tomaron todas las variables cuantitativas establecidas en la encuesta, ellas son: Área cultivada, número de árboles, kilogramos de bioinsumos usados mensualmente y disponibilidad a pagar por el bioinsumo. En este caso, el área cultivada está entre 1 y 80 hectáreas, el número de árboles fluctúa entre menos de 1000 a más de 10.000 árboles y la cantidad de bioinsumos consumidos al mes fluctúa entre 1 y más de 50 kilos al mes.



Mediante el programa estadístico SPSS se establecieron las correlaciones entre las variables mencionadas anteriormente, donde se resaltan tres características:

Correlación de Pearson: indica la intensidad entre las variables. Si se acerca a 0,0 indica relación nula y si se acerca a 1,0 indica relación perfecta.

Significancia bilateral: se asume un nivel máximo de 0,05. Indica el error máximo que se puede asumir en la relación de variables.

N: indica el número de datos que se relacionan en cada variable.

Tabla 1. Correlación de las variables

Correlaciones					
		Área cultivada (Ha)	Número de árboles	Kilogramos mensual	Disponibilidad a pagar
Área cultivada (Ha)	Correlación de Pearson	1	,882**	,473**	,240
	Sig. (bilateral)		,000	,004	,165
	N	35	35	35	35
Número de árboles	Correlación de Pearson	,882**	1	,381*	,141
	Sig. (bilateral)	,000		,024	,419
	N	35	35	35	35
Kilogramos mensual	Correlación de Pearson	,473**	,381*	1	,222
	Sig. (bilateral)	,004	,024		,201
	N	35	35	35	35
Disponibilidad a pagar	Correlación de Pearson	,240	,141	,222	1
	Sig. (bilateral)	,165	,419	,201	
	N	35	35	35	35

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Esta investigación utilizando SPSS Statistics 20.

Al analizar el cuadro anterior, se observa que la mayor correlación se presenta entre las variables Área cultivada y Número de árboles (0,882), lo cual es lógico, pues el área cultivada crece con el número de árboles. Sin embargo, para efectos de la demanda, en este caso las variables de interés son Área cultivada y Kilogramos de bioinsumos usados mensualmente. Es importante hacer esta correlación, porque dependiendo del número de árboles va a ser la demanda de

la cantidad de bioinsumos que se requieren para obtener la producción deseada. Al observar la relación entre estas variables, se identifica que el coeficiente de Correlación de Pearson es de 0,473 (considerada como relación moderada) y el Nivel de Significancia es 0,004, lo cual permite construir modelos matemáticos para la proyección de la cantidad de bioinsumos usados mensualmente en función de área cultivada.

Selección del modelo para la estimación de la cantidad de bioinsumos

Para la construcción del modelo que permita estimar la cantidad de bioinsumos usados, se determinó esta variable como dependiente y el área cultivada como variable independiente.

Se construyeron los modelos lineal, logarítmico, cuadrático, cúbico, potencial y exponencial. A pesar de que el modelo cúbico presentó mayor

R Cuadrado o Coeficiente de Determinación (calculado como el cuadrado del coeficiente de correlación), éste no presenta diferencia significativa con el modelo cuadrático; además, el modelo cuadrático posee menor nivel de significancia (0,004), lo cual genera mayor confianza en la estimación. En el siguiente cuadro se ilustra los resultados de los modelos y en la gráfica el ajuste de los datos al modelo cuadrático.

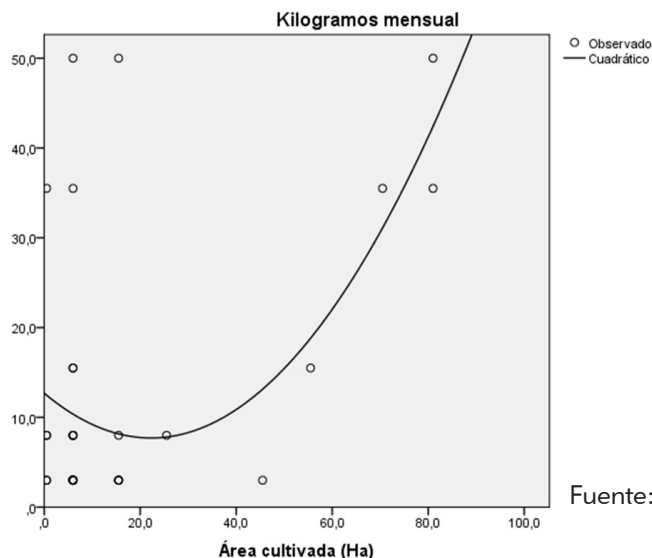
Tabla 2. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros									
Variable dependiente: Kilogramos mensual									
Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,224	9,515	1	33	,004	7,716	,326		
Logarítmica	,075	2,687	1	33	,111	6,943	3,036		
Cuadrático	,296	6,737	2	32	,004	12,686	-,448	,010	
Cúbico	,305	4,535	3	31	,010	10,728	,010	-,007	,000
Potencia	,056	1,970	1	33	,170	5,143	,176		
Exponencial	,204	8,472	1	33	,006	5,211	,021		

La variable independiente es Área cultivada (Ha).

Fuente: SPSS Statistics 20.

Figura 6. Correlación entre los kilogramos mensuales y el área cultivada



Fuente: Esta investigación.



En consecuencia, el modelo que permite estimar la demanda de la cantidad de bioinsumos a partir del área cultivada está representado mediante la siguiente ecuación:

$$y = 10,626 - 0,2727X + 0,0081X^2$$

Donde:

y: cantidad de bioinsumos usados mensualmente en kilogramos.

x: área cultivada en hectáreas.

Proyección del área cultivada para el Departamento de Antioquia

A partir del área cultivada en aguacate para el departamento de Antioquia, como se muestra en la tabla 1, se proyectó las hectáreas para los años 2015 a 2023 (Tabla 3).

La proyección del área cultivada se realizó mediante el modelo , donde X representa el tiempo en años, Y el Área cultivada en hectáreas. Los parámetros estimados para este modelo se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3. Área cultivada en aguacate para el Departamento de Antioquia

AÑO	TIEMPO (Años)	ÁREA CULTIVADA (Hectáreas)
1992	1	269
1994	3	440
1995	4	434
1996	5	983
1997	6	976
1998	7	1.003
1999	8	1.065
2000	9	1.062
2001	10	1.070
2002	11	1.111
2003	12	1.148

Fuente: Tecnología para el cultivo de aguacate, CORPOICA, 2008.

Tabla 4. Proyección del área cultivada en aguacate para el Departamento de Antioquia

AÑO	TIEMPO (Años)	ÁREA CULTIVADA (Hectáreas)
2015	24	2.259,3
2016	25	2.340,6
2017	26	2.421,9
2018	27	2.503,3
2019	28	2.584,6
2020	29	2.665,9
2021	30	2.747,3
2022	31	2.828,6
2023	32	2.909,9

Fuente: Elaboración por los autores.

Tabla 5. Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Coeficientesa						
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	
1	(Constante)	307,229	110,993		2,768	,022
	Tiempo (años)	81,335	14,484	,882	5,616	,000

a. Variable dependiente: Área cultivada (Ha)

Fuente: SPSS Statistics 20

Proyección de la cantidad de bioinsumos para el Departamento de Antioquia

Con la información obtenida en las encuestas se construyó un modelo que permita estimar la cantidad de bioinsumos utilizados mensualmente en función del área cultivada. Los datos obtenidos en las encuestas se ilustran en la tabla 6.

Es importante considerar que el modelo construido anteriormente puede aproximarse a la estimación de la cantidad de bioinsumos usados mensualmente a partir del área cultivada, siempre y cuando se estimen valores para ésta entre los límites con los cuales fue construido el modelo; es decir, entre 0,5 y 81 hectáreas. Esta situación la corrobora la alta desviación típica que se presenta en los estadísticos descriptivos.

De igual manera, el modelo de proyección de bioinsumos usados mensualmente debe conservarse para el tipo de producto que se indagó a los productores (el aguacate), dado que si se extrapola a otro tipo de producto puede generar grandes variaciones en su proyección debido a que existen diferencias entre los productos asociadas a la fisiología, el clima, periodos de producción, prácticas culturales, entre otras.

Tabla 6. Relación de la cantidad de bioinsumos utilizados mensualmente con el área cultivada

Área cultivada (Ha)	Cantidad mensual (kg)
81	50
6	3
6	35,5
6	3
15,5	50
15,5	3
6	50
0,5	8
6	15,5
70,5	35,5
45,5	3
6	3
6	8
81	35,5
0,5	3
6	15,5
6	3
15,5	3
6	8
15,5	8
6	3
0,5	3
0,5	8
6	3
15,5	3
6	3
6	3
25,5	8
6	8
55,5	15,5
6	8
6	3
6	3
15,5	3

Fuente: Encuestas aplicadas en el trabajo de campo.



La proyección de la demanda de bioinsumos usados mensualmente, estimada mediante la ecuación $y = 10,626 - 0,2727X + 0,0081X^2$ se describe en la siguiente tabla:

Tabla 7. Proyección de bioinsumos usados mensualmente según el cultivo de aguacate en el Departamento de Antioquia

AÑO	PROYECCIÓN ÁREA CULTIVADA	PROYECCIÓN BIOINSUMOS USADOS AL MES(kg)
2015	2.259,3	40.740,5
2016	2.340,6	43.747,5
2017	2.421,9	46.861,5
2018	2.503,3	50.086,7
2019	2.584,6	53.415,1
2020	2.665,9	56.850,5
2021	2.747,3	60.397,5
2022	2.828,6	64.047,2
2023	2.909,9	67.804,0

Fuente: Elaboración por los autores

■ Conclusiones

Ante la exigencia de producir alimentos inocuos, cultivos sanos y proteger al medio ambiente, la agricultura empieza a dar un giro hacia el uso de los bioinsumos; lo cual hace que se esté marcando una nueva tendencia en la producción agrícola al sustituir agroquímicos por insumos biológicos.

El modelo de proyección de bioinsumos usados debe conservarse para el tipo de producto que se indagó a los productores de aguacate Hass, dado que si se extrapola a otro tipo de producto puede generar grandes variaciones en su proyección debido a que existen diferencias entre los productos asociadas a la fisiología, el clima,

periodos de producción, prácticas culturales, entre otras.

De los 42 productores de aguacate investigados, 41 productores que corresponden al 98% responden de manera positiva a utilizar agentes biológicos para el manejo de plagas y enfermedades.

El modelo construido puede aproximarse a la estimación de la cantidad de bioinsumos usados mensualmente a partir del área cultivada, siempre y cuando se estimen valores para ésta entre los límites con los cuales fue construido el modelo; es decir, entre 0,5 y 81 hectáreas. Esta situación la corrobora la alta desviación típica que se presenta en los estadísticos descriptivos.

La utilización de bioinsumos por los productores de aguacate Hass, fortalece la implementación de buenas prácticas agrícolas, con el fin de asegurar la inocuidad, calidad y condición fitosanitaria de la oferta para el mercado internacional.

Gran parte del mercado de importación por parte de los consumidores, se ubica en el "mercado de producción limpia", lo que revela que el principal factor de éxito en el negocio internacional estaría centrado además de los costos, en la diferenciación del producto vía producción agroecológica, ya que el principal motivo de compra por parte de los países europeos está centrado en la salud de las personas y el manejo sostenible del medio ambiente

■ Referencias

Anguiano, C. J., et al. (2007). Caracterización edafo climática del área productora de aguacate de Michoacán, México. En Proc. VI World Avocado Congress, Viña Del Mar, Chile.

Asohofrucol (2013). Plan de negocios del Aguacate. Programa de Transformación Productiva. Bogota. Noviembre 2013

ASOCOLFLORES. (2005). Utilización de bioinsumos en Colombia. Estudio de caso flores de corte. Medellín.

Bonilla, Ruth (2006). Uso de Bio-fertilizantes en el cultivo del Algodón. CORPOICA.

COLCIENCIAS (2007). BIOINSUMOS. Informe de Vigilancia Tecnológica. Bogotá.

Cook Duque, Nicolás. (2007). Bio-comercio: oportunidades y retos para la integración regional y el desarrollo socialmente equitativo El Caso de ECOFLORA en Colombia, empresa productora de bioinsumos y extractos vegetales para la agricultura sostenible.

CORPOICA, 2008. Tecnología para el cultivo de aguacate. Manual técnico 5. Colombia.

Correa Cardona, H. J. (2006). Normatividad en la producción agropecuaria en Colombia: aspectos generales. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Giacinti, Miguel Ángel. (2002). Visión mundial del consumo de aguacate o palta. Agroalimentaria, 8 (14).

Gobernación de Antioquia. (2012). Diagnóstico de la Cadena de Aguacate en Antioquia. Secretaria de Agricultura. Medellín.

Hernández, R.S., Fernández, C.C. y Baptista, P.L Metodología de la Investigación. 3ra Edición, México: Mc Graw Hill. 2003.

Martinez, Ciro (2006). Estadística aplicada básica. Colombia: Ecoe Ediciones.

Méndez Álvarez, C. E. Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3ª ed. Bogotá: Mc Graw Hill. 2005.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario. (2002). Resolución 074 de 2002.

----- (2004). Resolución ICA 375 de 2004 Por la cual se dictan las disposiciones sobre Registro y Control de los bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario. (2007). La agricultura ecológica en Colombia.

Moreno Sarmiento, L. F., Moreno Rodríguez, D. (2006). Bio-fertilizantes para la Agricultura en Colombia. Grupo de Microbiología Agrícola, Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia.

Nieto C. (2006). Instituto Agropecuario Colombiano ICA. Bogotá DC.

Rodríguez Núñez, J. R. (2010). "Evaluación de etapas del proceso productivo de un bioinsumo dirigido a la degradación de materiales orgánicos y regulación sanitaria de cultivos". Universidad Católica de Manizales.

Secretaria de agricultura y desarrollo rural de Antioquia. (2012). Diagnóstico del aguacate en Antioquia. Dirección de comercialización.

Sánchez, Ricardo. (2002). La Agricultura Orgánica: Situación Mundial y Perspectivas Lima. Perú.