



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

cpc@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión
Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Castellanos, Rosa Marina; Morales-Pérez, Milagros
ANÁLISIS CRÍTICO SOBRE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA DE
PRECISIÓN

Ciencia en su PC, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 23-33
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181349391004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ANÁLISIS CRÍTICO SOBRE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

CRITICAL ANALYSIS ON THE CONCEPTUALIZATION OF THE PRECISION AGRICULTURE

Autores:

Rosa Marina Castellanos, rosy@uo.edu.cu. Universidad de Oriente.
Santiago de Cuba, Cuba.

Milagros Morales-Pérez, milagros@uo.edu.cu. Universidad de Oriente.
Teléfono: 053-633097. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

El objetivo del artículo es realizar un análisis crítico sobre la conceptualización de la agricultura de precisión, de modo que permita demostrar la necesidad de una reevaluación crítica sobre el tema a partir de un análisis más completo. Entre los métodos investigativos utilizados destacan el análisis-síntesis para caracterizar el objeto investigado, lo que incluye la revisión de las variables que conceptualizan este tipo de agricultura. La información fue procesada con ayuda del software SPSS. Los resultados del estudio afirman que no todos los autores incorporan la totalidad de las variables necesarias que se deben considerar para definir con rigor científico la agricultura de precisión, y así ofrecer un enfoque más integral del fenómeno, en el que se destaca, por su relevancia, la variable ambiental.

Palabras clave: agricultura de precisión, sistema alternativo sostenible, entorno natural, variable ambiental.

ABSTRACT

The objective of the article is accomplishing a critical analysis on the agriculture of conceptualization of the precision agriculture that it enables demonstrating the need of a critical topical revolution, in the search of a most complete analysis. Between the investigating used methods stand out the analysis - synthesis to characterize the object to carry out an investigation, what includes the revision of the variables that conceptualizes this type of agriculture, whose information was processed with help of the software SPSS. The case-study results affirm that not all authors incorporate all of the necessary variables to consider to define with scientific rigor of the precision agriculture, and that way offering a most comprehensive focus of the phenomenon, in which he stands out for its relevance, the environmental variable.

Key words: precision agriculture, alternative sustainable system, natural environment and environmental variable.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción agrarios han estado orientados, en lo fundamental, al logro de mayores rendimientos a través del manejo de los factores bióticos y abióticos y sus interrelaciones. Para lograr tales efectos se han implementado diversas tecnologías.

En el pasado siglo, específicamente en la década de los años sesenta, el auge de la agricultura de altos insumos permitió que se incrementara considerablemente el rendimiento de distintos cultivos; gracias, entre otros aspectos, a la utilización de variedades mejoradas de maíz, trigo y otros granos; mediante el cultivo de una sola especie en un terreno durante todo el año (monocultivo) y la aplicación de grandes cantidades de agua, fertilizantes y plaguicidas.

Sin embargo, el logro de mejores resultados económicos también implicó un elevado costo ambiental por el impacto negativo que esto ocasionó en el entorno natural. La agricultura, como el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra, comprende los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos, por lo que incluye todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medioambiente natural. No obstante, esta transformación no debe significar el agotamiento o deterioro de los recursos naturales necesarios para esta actividad económica. Con todo, los patrones irracionales de la producción y el consumo agrícolas han provocado, entre otros factores, el deterioro del medioambiente natural. Como resultado, el estado de este último está limitando los presentes y futuros ritmos de crecimiento de este sector al afectar la tierra, medio de producción fundamental de la agricultura.

Lo anterior implicaba asumir un enfoque diferente en la agricultura, que garantizara la sostenibilidad del desarrollo de este sector e incorporara una perspectiva más integral, lo cual exigía una adecuada combinación de tecnologías, políticas y actividades; basadas en principios económicos y consideraciones ecológicas, a fin de mantener o incrementar los rendimientos de la producción agrícola en los niveles necesarios para satisfacer la creciente demanda de la población local, pero conservando el entorno ambiental.

Resultaba necesario lograr la gestión de parcelas agrícolas, considerando la variabilidad espacial y temporal y la integración de la producción y la información, para conocer realmente lo que sucede o puede suceder en los

suelos y cultivos. Esto último justifica el uso de las tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global, sensores, satélites e imágenes aéreas, Sistemas de Información Geográfica; de forma tal que se puedan evaluar dichas variaciones y predecir con más exactitud la producción de los cultivos, con el fin de elevar sus rendimientos sin degradar el medioambiente natural.

Es así como surge la agricultura de precisión, definida en la literatura especializada según diversos enfoques a partir de las variables que la caracterizan. No obstante, en ocasiones el enfoque es parcial, al no incorporar todas las variables necesarias para una definición rigurosamente científica; en especial la variable ambiental, que no debe ser ignorada por su relación con el resto de las variables.

De ahí que el objetivo del presente trabajo fuera realizar un análisis crítico sobre la conceptualización de la agricultura de precisión.

METODOLOGÍA

La metodología seguida en el proceso de investigación fue la siguiente:

Se listaron diversos conceptos sobre la agricultura de precisión encontrados en la literatura especializada. En estos se identificaron las variables que caracterizan a este fenómeno. Para conocer la consideración de cada autor sobre las diferentes variables, se elaboró una tabla en la que el valor 1 representa que una variable determinada está considerada en el concepto y el valor 0, que no lo está. Posteriormente, se determinaron las frecuencias de las variables que caracterizan a la agricultura de precisión en los conceptos analizados mediante la utilización del SPSS; por último, se realizó el análisis correspondiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la literatura especializada la agricultura de precisión se ha definido desde diversas aristas, a las cuales se les han incorporado las diferentes variables que caracterizan este enfoque. Entre los conceptos más importantes se destacan los que siguen:

1. Es un sistema de producción que se basa en la integración de la información y la producción. Está diseñado para sitios específicos y la unidad completa de producción, con el objetivo de incrementar en el largo plazo la eficiencia,

- productividad y margen de ganancia, minimizando los impactos sobre el ambiente (Farm Bill, 1996).
2. Es una estrategia de manejo que utiliza la tecnología de la información para captar datos de múltiples fuentes para generar decisiones asociadas a la producción de cultivos (National Research Council, 1997).
 3. Está referida al uso de las llamadas tecnologías de la información para la toma de decisiones de manejo, técnica, económica y ambientalmente adecuadas (García & Flego, 2014).
 4. Una derivación del concepto de Agricultura de Precisión es el Sistema de Producción Preciso (Precision Farming - PF), que significa la captura y control de la información agronómica para satisfacer las necesidades de lotes individuales, en lugar de las necesidades promedio de todos los lotes (Doerge, 2000).
 5. Es un sistema alternativo sostenible utilizado en la producción agropecuaria, mediante el cual se emplean diferentes métodos o herramientas tecnológicas, con el propósito de recopilar información en tiempo real sobre lo que sucede o puede suceder en los suelos y en los cultivos, para proceder a la toma de decisiones que permitan el incremento de los rendimientos, la disminución de costos de producción y la reducción de los impactos ambientales (Srinivasan, 2006).
 6. Uso intensivo de tecnología de punta en función del proceso agrícola (Manual de agricultura de precisión, 2014).
 7. Hacer lo adecuado en el momento indicado y en el sitio correcto (Bogiovanni, 2006).
 8. La filosofía de precisión rescata el manejo de los sistemas de producción en función de las condiciones locales existentes (Ovalles, 2006).
 9. Agricultura de precisión es un concepto agrícola basado en la existencia de variabilidad en campo. Requiere el uso de nuevas tecnologías, tales como sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores, satélites e imágenes aéreas, junto con herramientas de manejo de información (SIG), para estimar, evaluar y entender dichas variaciones (Norton and Swinton, 2000).
 10. Agricultura de Precisión es aplicar la cantidad correcta de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto. Es el uso de tecnología de información para adecuar el manejo de los suelos y cultivos a la variabilidad

presente de un lote. La AP involucra el uso de GPS (Sistemas de Posicionamiento Global) y otros medios electrónicos para obtener datos de los cultivos (García y Flego, 2004).

11. Esta filosofía propone atender en forma diferenciada los factores de producción de acuerdo con las características específicas de cada sitio, con el fin de maximizar la eficiencia en el uso de los recursos y minimizar los efectos de la contaminación, usando como unidad de manejo el área más pequeña para la cual se cuenta con información de respaldo. Metodológicamente implica la incorporación de las herramientas tecnológicas disponibles en la actualidad, especialmente aquellas que contemplan la referencia geográfica de sitios vía satélite, unidos a bases de datos de información de esos sitios concretos, como sustento sobre el cual se apoyan las decisiones para el manejo. El proceso necesita la recolección de información en cada sitio, su ordenamiento y análisis y, finalmente, la diagramación de las estrategias para atender las limitantes a nivel de sitio. El manejo de los cultivos por lotes o secciones es una tendencia que viene fortaleciéndose gradualmente en la mayoría de las actividades agrícolas. A ella se suma esta nueva corriente, que carga al concepto con un fuerte componente tecnológico en la recolección y manejo de la información (Pérez, Zamora, Vicini, Monasterio, 2002).
12. La agricultura de precisión es la aplicación de tecnologías y principios para el manejo de la variabilidad espacial y temporal asociada a todos los aspectos de la producción agrícola, con el propósito de mejorar la productividad del cultivo y la calidad ambiental (Pierce y Nowak, 2014).
13. El objetivo de la agricultura de precisión es poner a disposición del agricultor toda la información necesaria sobre las variaciones agronómicas dentro de la parcela, para que en cada metro cuadrado de terreno se labre, fertilice, siembre y riegue en la proporción idónea para conseguir la máxima producción posible en cada punto. Esto conlleva una reducción de costes de producción y una gestión agrícola más respetuosa con el medioambiente (Valero, 2013).

El análisis de los conceptos listados permitió identificar las variables que caracterizan a la agricultura de precisión:

1. Información

2. Variabilidad espacial y temporal
3. Tecnología
4. Entorno local
5. Diferenciación de todos los factores de producción
6. Toma de decisiones
7. Rendimientos
8. Ganancia
9. Productividad
10. Eficiencia
11. Costos de producción
12. Ambiental

Considerando las principales variables identificadas que integran los conceptos listados anteriormente, se elaboró una tabla en la que el valor 1 representa que la variable está considerada en el concepto y el valor 0, que no lo está. Mediante el SPSS se calculó el % de frecuencia con que la misma aparece en cada concepto. La última columna refiere el % de la frecuencia de las variables de la agricultura de precisión en los conceptos analizados.

Tabla 1: Variables identificadas en los conceptos de agricultura de precisión analizados

Variables	Conceptos de agricultura de precisión													% Frecuencia SPSS	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1.Información	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	9	69,2
2.Variabilidad espacial y temporal	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	23,1
3.Tecnología	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	7	53,8
4.Entorno local	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7,7
5.Diferenciación de todos los factores de producción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7,7
6.Toma de decisiones	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	30,8
7.Rendimiento	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	15,4
8.Eficiencia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	15,4
9.Ganancia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
10.Productividad	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	15,4
11.Costo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	15,4
12.Ambiental	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5	38,5
	5	3	3	1	6	2	0	1	3	2	6	3	3	-	-

El análisis realizado permite presentar los siguientes resultados:

Si se tienen en cuenta las filas, se observa el número de veces que aparecen las variables en los conceptos. Esto nos dice que:

- El hecho de que las variables entorno local (7,7%), eficiencia (15,4%), ganancia (7,7%), productividad (15,4%) y costo (15,4%) tengan una frecuencia tan baja en los conceptos no indica que no sean importantes a los efectos de definir la agricultura de precisión; más que todo muestran una limitación teórica en la conceptualización del fenómeno, por lo que

necesitan ser incluidas para que el enfoque sea más integral. Considerar lo local garantiza conocer la atención que recibe determinada producción en los planes de desarrollo de la provincia, el nivel de importancia que se le concede por las autoridades locales, el apoyo recibido y el conjunto de actores vinculados al éxito o fracaso de la misma; en especial si estos últimos actúan, por su nivel de educación ambiental, en correspondencia con las exigencias objetivas de la naturaleza; las cuales son las siguientes: la utilización de los recursos renovables no ha de hacerse a un ritmo superior al de su regeneración natural; en los recursos no renovables, los que no puedan regenerarse en una escala de tiempo humana (mediante procesos naturales), es objetivamente necesario prever su utilización acompañada de la búsqueda de sustitutos; el flujo de residuos enviados al medioambiente no ha de ser mayor que la capacidad de asimilación de este.

- En igual condición están la eficiencia, la ganancia, la productividad y el costo, que no pueden ser omitidas por el hecho de que permiten evaluar el desempeño económico y financiero de la actividad agrícola productiva; asimismo, incorpora la medición de la sostenibilidad de dicho desempeño, que significa evaluar el cumplimiento cabal de las obligaciones inherentes a la empresa en el orden ambiental, con el uso racional de los recursos naturales que utiliza; en lo económico, con la maximización de los beneficios con inversiones ambientales en función de utilización de tecnologías limpias; desde lo legal, mediante la observancia de las leyes ambientales generales y específicas de su actividad; y desde el punto de vista social, con la minimización de los efectos negativos al entorno laboral y social (Galán, 2012).
- La variabilidad espacial (23,1 %), que garantiza conocer si el cultivo rota, con qué frecuencia lo hace por las diversas parcelas en que se encuentra dividida la tierra, o si es estático no debe ser omitido en el concepto de agricultura de precisión. Al igual que la variabilidad temporal, que muestra, entre otros aspectos, si el cultivo cumple con los ciclos temporales establecidos como óptimos o si es cosechado pre o postérmino; además de saber si es intercalado en el tiempo con otros cultivos con el fin de conservar los suelos, cuestión que es considerada un procedimiento

sostenible, pues evita que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas perduren en un tiempo determinado.

- La diferenciación de los factores de la producción, con una frecuencia tan baja (7,7%) en los conceptos, tiene especial importancia no solo para evaluar los rendimientos de cualquier cultivo, sino también para superar el sesgo del enfoque tradicional hacia la dimensión técnico-productiva, circunscrita, por lo regular, a un factor productivo específico o a la tecnología empleada. De esta manera el enfoque no se inclinaría hacia el análisis de las fuerzas productivas, sino que se consideraría el papel determinante del factor social en los niveles de rendimiento, productividad y eficiencia agrícola. En especial, la ya mencionada educación ambiental del individuo; es decir, la información y conocimientos que tengan los implicados sobre los temas ambientales, su nivel de sensibilidad ante los problemas ambientales que provoca el desarrollo agrícola y su conducta para lograr escenarios sostenibles.
- Las variables información (69,2 %), tecnología (53,8 %), ambiental (38,5 %) y la toma de decisiones (30,8 %) son las más frecuentes, aunque las dos últimas no llegan al 50 %. La toma de decisiones, a pesar de que no aparece en muchos conceptos, es de vital importancia, pues constituye un proceso que permite elegir una opción entre las disponibles para resolver un problema actual o potencial.
- En el caso de la variable ambiental debe destacarse que la producción agrícola y el incremento de sus rendimientos tiene un elevado costo ambiental por el impacto negativo que ha ocasionado este sector en el entorno natural. La agricultura es la actividad que más agua demanda, por tal razón supone una importante presión sobre las masas naturales de agua, tanto en cantidad como en calidad. Así, el agua que precisan los regadíos supone una disminución de los caudales naturales de los ríos y un descenso de los niveles de las aguas subterráneas, lo cual ocasiona un efecto negativo en los ecosistemas acuáticos. A esto se agrega el uso de nitratos y pesticidas en las labores agrícolas, considerados una de las fuentes de contaminación de las masas de agua, tanto superficiales como subterráneas y del suelo. Además, los pesticidas provocan la infertilidad de los suelos y el perjuicio de la producción de alimentos. Esta variable

debe incorporarse explícitamente en el concepto de agricultura de precisión, pues, además, se relaciona con el resto de las variables.

El análisis de las columnas muestra que los conceptos más completos son el de Pérez *et al.* (2002) y el de Srinivasan (2006), que incluyen cinco variables. Sin embargo, estos conceptos requieren de una relaboración, que permita darle un enfoque integral, a partir de la incorporación de todas las variables que caracterizan a este fenómeno.

A partir del análisis hecho, las autoras definen la agricultura de precisión como: un sistema que se fundamenta en la integración de la información, la tecnología y la producción, a partir de la variabilidad espacial y temporal; que considera el factor material y social de la misma, en un entorno local, a fin de tomar decisiones para incrementar los rendimientos, la eficiencia, la productividad; disminuir los costos y minimizar el impacto ambiental negativo.

CONCLUSIONES

- La investigación demostró que no todos los autores incorporan la totalidad de las variables necesarias a la hora de definir la agricultura de precisión con un enfoque verdaderamente integral.
- El enfoque integral de la agricultura de precisión permite incorporar todas las aristas de este fenómeno, dentro de las cuales se destaca, por su relevancia, la dimensión ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bogiovanni, R. (2006). *La Agricultura de Precisión en la Cosecha*. Córdoba. Argentina: Instituto Nacional de Teconología Agropecuaria Manfredi. Recuperado de www.ivc.org.ar
- Doerge, T. A. (2000). *Management Zone Concepts*. Potash & Phosphate Institute, SSMG-2. Recuperado de www.agronomy.it
- García, E. y Flego, F. (2004). *Tecnología Agrícola*. Universidad de Palermo. Recuperado de www.agricultura.de.precision.org
- Farm Bill. (1996). *Sistema de información agrícola nacional*. Recuperado de www.nrcs.usda.gov
- Galán Rivas, V. E. (2012). Tesis de Doctorado. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

García, E. & Flego, F. (2014). *Agricultura de Precisión*. Universidad de Palermo, Facultad de Ingeniería. Recuperado de www.palermo.edu

Manual de agricultura de precisión. (2014). IICA, PROSISUR. ISBN: 978-92-9248-545-0. Recuperado de www.ii.int

National Research Council (1997). *Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management*. Recuperado de www.nap.edu nrcs.usda.gov

Norton, G. and Swinton, S. (13-19 august, 2000) *Precision Agriculture: Global Prospects and Environmental Implications* [draft of forthcoming invited paper presentation at the XXIV International Association of Agricultural Economists meeting, Berlin]. Recuperado de www.agricultura.de/precision.org.

Ovalles, V. F. A. (septiembre-diciembre, 2006). Introducción a la Agricultura de Precisión. *CENIAP HOY*, 12, 4. Recuperado de www.sian.inia.gob.ve.

Pérez, F., Zamora, M., Vicini, L. y Monasterio, M. (2002). Agricultura de precisión. *Agro Visión*, 38. Recuperado de SciELO-test.scielo.cl

Pierce y Nowak, (2014). *Manual de AP*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de www.iica.int.

Srinivasan, A. (2006). *Handbook of Precision Agriculture: Principles and Applications*. New York: The Haworth Pres. Recuperado de www.agrobiol.sggw.waw.pl

Valero Ubierna, C. (2013). *Agricultura de precisión: concepto y situación actual*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Dpto. Ingeniería Rural. Recuperado de www.agricultura.de/precision.org

Recibido: enero de 2016

Aprobado: marzo de 2016