



Zeitschrift für Sozialwissenschaften

Journal for Social Science

Revista de Ciencias Sociales

Vol. II, Nr. 1, Art. 6; 15. 05. 2006



Träumen Landwirte von elektrischen Schafen

**Einige Schlüsselemente zum Verständnis
der neuen digitalen Spaltung
in der Landwirtschaft**

¿Sueñan los granjeros con ovejas eléctricas?

**Algunos elementos clave para
pensar la nueva divisoria digital rural**

**Jeffer Chaparro Mendivelso &
Celsco Locatel**



Zeitschrift für Sozialwissenschaften - Revista para ciencias sociales

Vol. II; N° 1; 1. Oktober 2006

Technologie und Gesellschaft - Gesellschaft und Technologie.

Tecnología y sociedad - Sociedad y tecnología

ISSN 2013-9160

www.dia-e-logos.eu formerly www.dia-e-logos.com

Träumen Landwirte von elektrischen Schafen?	268
¿Sueñan los granjeros con ovejas eléctricas?	281
Literatur/ Bibliografía	293

Träumen Landwirte von elektrischen Schafen?

Einige Schlüsselemente zum Verständnis der neuen digitalen Spaltung in der Landwirtschaft

Jeffer Chaparro Mendivelso

Doctorando en Geografía Humana

Universidad de Barcelona

Celso Locatel

Doctorando en Geografía

UNESPI (Brasil)

Übersetzt von

Karsten Krüger & Silke van der Locht

© Copyright Jeffer Chaparro y Celso Locatel, 2006

© Copyright dia-e-logos, 2006

Spanische Erstveröffentlichung:

Chaparro, J. & Locatle, C. (2004) *¿Sueñan los granjeros con ovejas eléctricas? Algunos elementos clave para pensar la nueva divisoria digital rural*. En Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170 (18). [<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-18.htm>] [ISSN: 1138-9788]

Bibliografische Angabe:

Chaparro, J. & Locatle, C. (2006) Träumen Landwirte von elektrischen Schafen? Einige Schlüsselemente zum Verständnis der neuen digitalen Spaltung in der Landwirtschaft. in dia-e-logo - Zeitschrift für Sozialwissenschaften. Universidad de Barcelona, Vol. 2, Nr. 1, 1. Oktober 2006 [<http://www.dia-e-logos.eu>].

Zusammenfassung: Die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien – NIKT – verursachen tiefgreifende sozial-räumliche Veränderungen nicht nur in den urbanen, sondern ebenso in den ländlichen Räumen und in der Land- und Viehwirtschaft. Es zeichnet sich eine neue digitale ländliche Spaltung ab. Diese Veränderungen umfassen verschiedene Aspekte, unter denen die Nutzung neuer Instrumente und Geräte, die Nutzung verschiedenster Softwarepakete, die Anwendung geographischer Informationssystem – GIS – und der künstlichen Intelligenz – KI – hervorgehoben werden. Gleichzeitig werden damit verschiedene Probleme und Konflikte angesprochen, die die Anwendung dieser neuen technologischen Möglichkeit hervorrufen. Ebenso stellen sie grosse Herausforderungen dar, die von der ungleichen Nutzung dieser neuen Möglichkeit bis hin zu den erheblichen sozial-räumlichen Folgewirkungen der Anwendung der NIKT in der Land- und Viehwirtschaft reichen.

Träumen Roboter von elektrischen Schafen? Diese Frage ist der Titel eines der wichtigsten und einflussreichsten Science-Fiction-Romane der jüngsten Zeit: *Blade Runner* von Philip K. Dick.¹ Eines der Hauptthemen dieses Buches ist die unpräzise, dünne und oftmals konfuse Trennungslinie zwischen dem Natürlichen und dem Künstlichen. Nachdem dies jahrelang reine Fiktion war, beginnen sich diese Linien nun vor unseren Augen in vielen territorialen Umfeldern aufzulösen. Und im Gegensatz zur Annahme vieler Wissenschaftler, vor allem derer, die sich auf städtische Dynamiken konzentrieren, kann man zu der Ansicht gelangen, dass gerade ländliche Regionen zu denjenigen gehören, die den größten Veränderungen durch die aktuelle technisch-wissenschaftliche Revolution der Neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (NIKT) unterworfen sind. Hier kann von einer beginnenden digitalen Spaltung auf dem Lande gesprochen werden.²

Die Entwicklung und Anwendung von Verwaltungsprogrammen für Bauernhöfe und Plantagen besteht aus vier grundlegenden Phasen: eine Phase, in der alle Aufgaben per Hand ausgeführt wurden, gefolgt von einer Phase, in der einige –mechanische- Systeme eingeführt wurden, die per Hand geleistete Arbeit jedoch noch vorherrschte; später wurden Computer und Software eingesetzt und schließlich –in der Endphase- wurde das Internet eingeführt.³ Insbesondere diese letzte Technologie –das Netz der Netze- ist einer der Faktoren, die weit reichende Veränderungen bewirken, da sie es ermöglicht, die Produkte sogar noch vor dem Anbau auf die Weltmärkte zu bringen, d.h. eine Art Fernsteuerung, die die Verwaltung von Landgütern beträchtlicher Größe auf Distanz praktisch von jedem Ort der Welt aus über den Netzwerkanschluss machbar erscheinen lässt.

Das Vordringen der NIKT in die ländlichen Umfelder und die land- und viehwirtschaftlichen Produktionsbranchen ist nicht ganz neu, aber ihre Anwendung hat sich seit ungefähr 20 Jahren verstärkt. Sie hat verschiedene Transformationen erfahren, wie z.B. die Inkorporation von Software zur Funktionskontrolle, die Nutzung von automatischen Apparaten und Geräten, sowie die Anwendung von geographischen Informationssystemen -GIS- in der Produktionsanalyse, dem -monitoring und der -planung.

Dieser Wandel spiegelt sich auch in dem Erscheinen von Zeitschriften wieder, die auf dieses Themengebiet spezialisiert sind, wie zum Beispiel „*Computer and Electronics in Agriculture*“, die in Amsterdam von Elsevier herausgegeben wird. In unserem Überblick über den Stand der Dinge haben wir eben diese Zeitschrift als wichtigste Informationsquelle herangezogen, wobei wir uns auf die Ausgaben der letzten fünf bis sechs Jahren konzentriert haben. Nach der Durchsicht dieser Ausgaben kann

¹ Dick, Philip K. (1969) *Träumen Roboter von elektrischen Schafen?* München. Heyne Verlag. (Originalausgabe 1968), 285 S. Nach seiner Verfilmung durch Ridley Scott wurde das Buch dann unter demselben Titel wie der Film „*Blade Runner*“ herausgegeben (Anmerkung des Übersetzers).

² Der generelle Begriff „digitale Spaltung“ ist von verschiedenen Autoren bearbeitet worden, aber seine Anwendung auf den ländlichen Raum und die land- und viehwirtschaftliche Produktion ist eher begrenzt und unzureichend. Zur digitalen Spaltung empfehlen wir die Lektüre von Castells 2001, p: 275-303

³ Lewis 1998.

festgestellt werden, dass die Beiträge zu Forschung und Wissen - sowohl über Tier- als auch über Pflanzenarten - verschiedene und komplexe Aspekte beinhalten, wie an folgenden dargestellt werden soll:

- Präzise Landwirtschaft
- Künstliche Intelligenz in der Landwirtschaft
- Kontrollsysteme für den Anbau
- Klimakontrolle in Gewächshäusern
- Integrierte Systeme zur Geflügelproduktion
- Verhaltensanalyse von Maschinen, die aus Erfahrung lernen
- Automatische Beobachtungssysteme zur landwirtschaftlichen Anwendung
- Multivariable Systeme als Hilfe in der Entscheidungsfindung
- Systeme zur Bewegungs- und Verhaltenskontrolle von Insekten
- Anwendung von virtueller Realität und Simulation in land- und viehwirtschaftliche Prozessen
- Verbesserung der Lagerbedingungen
- Simulation des Transportes und Rückhaltung von im Boden gelösten Giftstoffen
- Multispektralanalysen von Anbauflächen in Echtzeit
- Programmierung der Bewässerungsplanung
- Simulation zur Unterstützung der Tierabfälleentsorgung
- Überwachung des Gesundheitszustandes der Tiere
- Schätzung der Milchproduktion durch Nutzung künstlicher neuraler Netze
- Elektronische Melkmechanismen
- Biosensoren und mögliche Anwendungen in der Landwirtschaftsdiagnose
- Nutzung der fraktalen Geometrie und Modellbildung in der Produktionsanalyse
- Systeme zur Sammlung von Raumdaten des Anbaugebietes in Echtzeit
- Folgen der landwirtschaftlichen Modernisierung
- Anwendung der präzisen Landwirtschaft in den Entwicklungsländern

Etliche Systeme aus diesen Forschungslinien haben das Projektstadium verlassen und werden schon seit einigen Jahren in der land- und viehwirtschaftlichen Produktion genutzt. Außerdem beziehen einige Forschungen die Analyse konkreter Fälle der Systemanwendung sowohl in den ländlichen Regionen der entwickelten, wie der nicht-entwickelten Ländern mit ein. Unsere Überblick konzentriert sich auf einige der erwähnten Themenfelder: Maschinen und Geräte, Softwarepakete, Geoinformationssysteme (GIS), die Anwendung von Systemen künstlicher Intelligenz – KI – und die Probleme, die durch die Anwendung und Nutzung der neuen informationstechnologischen Möglichkeiten entstehen. Alle diese Fragen sind auf Grund der technologischen Konvergenz eng miteinander verbunden sind. Zum Abschluss

werden wir die Inkorporation der NIKT in die Landwirtschaft bewerten und unsere Erwartungen daran aufzählen.

Maschinen und Geräte

Die Einführung der NIKT in die land- und viehwirtschaftliche Produktion führt zu starken Veränderungen bei den Maschinen und Geräten, die zur Verwaltung und Monitorisierung unterschiedlicher und damit zusammenhängender Aspekte genutzt werden. Zu den wichtigsten gehören: die Maschinen zur Produktionsautomatisierung, die Geräte zur Kontrolle und Monitorisierung von Tätigkeiten sowie die Überwachungsgeräte und -sensoren.

Zu den Maschinen für die Produktionsautomatisierung zählen verschiedene und komplexe Kuhmelkmaschinen⁴, neben anderen Maschinen, die eine große Anzahl von unterschiedlichen Tätigkeiten abdecken. Hier sei insbesondere die Anwendung von professionellen, neuronalen Netzwerken und Expertensystemen hervorgehoben, die in den industriellen Legehallen zur automatischen Eierausswahl und -klassifikation nach vorgegebenen Parametern genutzt werden⁵, und die eine genaue Produktionsüberwachung und beachtenswerte Verringerung der notwendigen menschlichen Arbeitsleistung ermöglichen. Zudem decken diese Systeme noch andere Tätigkeiten unterschiedlichster Natur ab. So automatisiert zum Beispiel das australische System Fututech einige Tätigkeitsbereiche in den Schlachthäusern. SM bezeichnet ein ebenfalls australisches Robotersystem zur Schafschur und Magali ein französisches System zur Obstpflückung.⁶

Von den Geräten zur Tätigkeitskontrolle und -monitoring möchten wir zwei hervorheben. Zum einen existieren bereits automatische Systeme zur Kontrolle der atmosphärischen Lagerbedingungen verschiedener Produkte -die kontrollierte Atmosphäre. Sie passen sich unter anderem kontinuierlich an die physiologischen Veränderungen der Produkte an und erlauben es ebenso, mit sehr geringen Fehlerquoten mit den CO₂- und O₂-Konzentrationen umzugehen.⁷ Die Systeme sind auch in der Lage, die Produktzustandsdaten zu erkennen, die Systemfunktionsweise zu registrieren, sich je nach den wechselnden Bedingungen nachzujustieren und ohne Hilfestellung zu arbeiten. Zum anderen wurden tragbare Geräte zur Überwachung der physiologischen Zustände der Tiere entwickelt, mit denen gleichzeitig 255 Monitore zur Datensuche, -aufnahme und -analyse des Gesundheitszustandes mit verschiedenen, diesbezüglichen Variablen genutzt werden können.⁸ Mit dem an das Tier

⁴ Ordolff 2001.

⁵ Patel & McClendon & Goodrum 1998.

⁶ Kassler 2001.

⁷ Markarian & Vigneault & Garipey & Rennie 2003.

⁸ Harris & Schaare & Cook & Henderson 2001.

angeschlossenen Gerät kann ein Computer schnurlos Information über den Zustand empfangen, zusätzlich die Daten verarbeiten und in Beziehung setzen, um so das physiologische Verhalten des Tieres so genau wie möglich darzustellen. Die Anwendungen dieser Systeme sind zahllos, einschließlich einer möglichen Nutzung an Menschen, um den Gesundheitszustand derjenigen zu monitorisieren, die gewisse medizinische Risiken, unter anderem Bluthochdruck, Diabetes und Herzstörungen, aufweisen.

Von den Überwachungsgeräten seien an dieser Stelle diejenigen erwähnt, die das maschinelle Sehen (vision) ermöglichen. De facto gibt es schon automatische Systeme zur Auswahl von Fischen, z.B. SIMCA.⁹ Sie nutzen starke Beobachtungsgeräte oder -Computer-Vision-Kameras. Nach Ansicht von Wissenschaftlern lassen sich diese in einigen Aspekten durchaus mit der genauen visuellen Auswahl vergleichen, die das jeweils tätige Personal trifft. Durch die Anwendung fortgeschrittener 3D-Ortungssysteme können professionelle visuelle Expertensysteme die Menge der gezüchteten Fisch an den Züchtungsorten in drei Dimensionen orten und so wertvolle Information über die Größe und das Gewicht der einzelnen Fische liefern, ohne dass diese aus ihren Becken geholt werden müssten.¹⁰ Aber die Entwicklung bleibt hier nicht stehen. Zur Pflege einiger bestimmter Züchtungen gehört die schwierige, aber notwendige Aufgabe, Insekten zu überwachen und aufzuspüren. Der Erfolg der Züchtung könnte davon abhängen. In diesem Forschungsbereich wurden Radare entwickelt, die das Vorhandensein von Insekten in bestimmten Arealen anzeigen und den Interessierten Informationen über den jeweiligen und den vorherigen Tages anbieten. In Australien wurden solche Geräte schon eingesetzt. Das System registriert die Anwesenheit der Insekten, schickt die Information an einen Computer, der seinerseits die Daten an eine Webseite weiterschickt, die aktualisierte Informationen über verschiedene Aspekte wie Wanderbewegungen, Intensität, Frequenz etc. anbietet.¹¹ Aber neben diesen horizontalen Radarsystemen, die zur Feststellung des Verhalten und der räumlichen Verbreitung der Insekten wichtig sind, gibt es andere, die Vertikale absuchende Radarsysteme. Diese Systeme liefern Informationen über Migrationprozesse, aber auch über das Verhalten der Insekten nach Luftschichten.¹² Darüber hinaus gibt es auch computergesteuerte Videosysteme, die das Verhalten von verschiedenen Insektengruppen beobachten und erforschen.¹³ Außerdem kann Mais seit Anwendung der –größtenteils mit Computerhilfe entwickelten- fraktalen Geometrie¹⁴ in den Computer-Vision-Systemen nach seiner Form bewerten und klassifiziert werden.¹⁵

⁹ Kohler & Skaga & Hjelme & Skarpeid 2002.

¹⁰ Lines & Tillett & Ross & Chan & Hockaday & Farlane 2001.

¹¹ Drake & Wang & Harman 2002

¹² Chapman & Smith & Woiwod & Reynolds & Riley 2002.

¹³ Noldus & Spink & Tegelenbosch 2002.

¹⁴ Sowohl für die Entdeckung als auch die Untersuchung fraktaler Strukturen waren Computer unerlässlich. Siehe: Rubiano 2002.

¹⁵ Panigrahi & Misra & Willson 1998.

Von den Überwachungsgeräten darf, ein anderes, wichtiges Gerät nicht unerwähnt bleiben: die Biosensoren, die sich sowohl in der NIKT als auch in der Gentechnologie weiter entwickelt haben. In den letzten Jahren sind wichtige Fortschritte auf dem Gebiet der Biosensoren als Instrument der landwirtschaftlichen Diagnose gemacht worden. Deren Anwendungsbereiche sind sehr unterschiedlich und reichen von der medizinischen Analyse, der Überwachung der Tiernahrung bis zur Bewertung von Umweltbedingungen.¹⁶ Es werden mit Molekülen verbundene Enzyme, Nukleinsäuren und Antikörper für Diagnosen genutzt, die zur biologischen Erkennung gewisser Substanzen und Elemente dienen. Die so gewonnene Information wird dann mittels Computer verarbeitet und interpretiert.

Softwarepakete

In einer die Informationstechnologie nutzenden Landwirtschaft sind Softwarepakete unabdingbar, schon allein, weil Kontrollinstrumente und -geräte ohne sie nicht funktionieren würden und auf Software für spezifische Anwendungen angewiesen sind. Mit der Software lässt sich dann auch die generierte Information nutzen, verarbeiten und interpretieren, so dass wiederum neue Informationen erstellt werden können, die wiederum sowohl in den Produktionsprozess als auch in die eigentliche Forschung zurück fließt.

Die Informatikpakete werden unterschiedlich genutzt und finden vielfältige Anwendungen mit unterschiedlichem Zuverlässigkeitsgrad. Die Anwendung reicht von der Verwaltung ganzer Güter bis zur Möglichkeit, für Landwirte relevante Informationen über das Internet zu aktualisieren.¹⁷ Die Systeme zur Monitorisierung und Kontrolle ermöglichen auch die Fütterung der Zuchttiere in Echtzeit. Damit lässt sich das individuelle Fressverhalten jedes Tieres -aber auch der Herde- hinsichtlich der Menge, der Frequenz und ganz allgemein registrieren.¹⁸ Außerdem können mit Hilfe der IT-Systeme Gewächshäuser verwaltet werden und sie können zur Kontrolle bestimmter spezifischer Krankheiten einiger Pflanzen beitragen.¹⁹ Es gibt sogar Programme zur Simulation der Entwicklung bestimmter Züchtungen oder Anpflanzungen, die die vielfältigen Variablen berücksichtigen, die deren Entwicklung beeinflussen. Dies ermöglicht, im Vorfeld Strategien und Pläne zur Aussaat auszuarbeiten²⁰, sowie die möglichen Auswirkungen von klimatischen und meteorologischen Varianten zu berechnen.

¹⁶ Tothill 2001.

¹⁷ Xia & Stinner & Brinkman & Bennett (2003).

¹⁸ Halachmi & Edan & Maltz & Peiper & Moallem & Brukental (1998).

¹⁹ Tantau & Lange (2002).

²⁰ Siehe: Gustafson & Rasmussen (2002).

Die Weite der Anwendungsgebiete und die Auswirkungen der Softwarepakete sollen anhand von zwei Aspekten verdeutlicht werden. Erstens: die Anwendungsgebiete dieser IT-Systeme für Tätigkeiten und Kontrollfunktionen können stark differieren. Sie können von der Kontrolle eines kleinen hydroponischen Anbaugesbietes, in dem die benötigten Wassermengen überwacht werden,²¹ bis zur Kontrolle eines Landgutes von mehreren Hektaren reichen. Zweitens: Einige Wissenschaftler verweisen auf die Möglichkeit, die uns die Informationstechnologie bietet, dreidimensionale Modelle zu erstellen und so globale Tendenzen der Proteinkonsums darzustellen.²² Damit könnten, politisch und planerisch vorgehend, Vorschläge und Strategien erarbeitet werden, um so ausgeprägte Ernährungsunterschiede abzumildern. Damit erweisen sich diese Pakete, trotz aller möglicherweise aufkommenden Bedenken, als fundamentale Instrumente für die landwirtschaftliche Forschung und die Entscheidungsfindung auf den verschiedenen territorialen Ebenen. Und dieser letzte Aspekt gibt uns Gelegenheit, zu den GIS überzuleiten.

Die Geografischen Informationssysteme

Die präzise Landwirtschaft benötigt neben Maschinen, Geräten und Softwarepaketen auch GIS und Globale Geopositionssysteme. Dafür gibt es zwei zentrale Gründe: es müssen große Mengen von Raumdaten verwaltet sowie (einige) Artefakte -wie Traktoren- und territoriale Elemente – Anbaugesbiete – kontinuierlich geografisch positioniert und untersucht werden.

Die GIS erweisen sich als Schlüsselinstrument zur Diagnose, Planung und Ausführung von Maßnahmen in land- und viehwirtschaftlichen Arealen. Ein Indiz hierfür ist deren Nutzung zur raumzeitlichen Begrenzung des Auftauchens von Krankheiten, die bestimmte Züchtungen befallen²³, indem sie deren Ausbruch vorhersagen und so deren Folgen begrenzen. Sie werden ebenso als Analyseinstrument zur Produktionsoptimierung genutzt, da mit ihnen eine große Menge von Variablen, die die Effektivität des Anbaus beeinflussen, verbunden und verarbeitet werden können.²⁴

Die GIS können für land- und viehwirtschaftliche Tätigkeiten auch auf anderen Gebieten Information bereitstellen, wie z.B. zur Modellbildung der Bodenerosionsprozesse, in dem sie Variablen der Topografie, des Verhaltens von Ablagerungen und die Dynamik von Wassersystemen mit einberechnen.²⁵ In ihrer Gesamtheit können die GIS dazu beitragen, die Bedrohung durch Erosion festzustellen und zu begrenzen, sowie die Handlungsmöglichkeiten in jedem der Bereiche aufzeigen.

²¹ Siehe: Sigrimis & Arvantis & Pasgianos & Ferentinos (2001)

²² Fisher, Sonka & Westgren (2003).

²³ Siehe: Nutter & Rubsam & Taylor & Harri & Esker (2002).

²⁴ Siehe: McKinion & Jenkins & Akins & Turner & Willers & Jallas & Whisler 2001.

²⁵ Cox & Madramootoo 1998.

Durch die GIS können auch komplexe, mehrere Variablen einbeziehende Simulationen erstellt und somit Informationen sowohl für die Wissenschaft als auch für die Entscheidungsfindung direkt vor Ort bereitgestellt werden.²⁶

Die GIS, so kann festgestellt werden, werden zu einem Schlüsselinstrument, sowohl für die Planung als auch die Entscheidungsfindung in der Land- und Viehwirtschaftsbranche. Aber ist deren Anwendung schon in der Verwaltung und Planung der Städte und urbanen Gebiete sowohl bei den öffentlichen Dienstleistern als auch in den Institutionen zur Raumplanung und -ordnung eher begrenzt, so können wir annehmen, dass deren Anwendung in den ländlichen Regionen und der land- und viehwirtschaftlichen Produktion noch eingeschränkter ist. Damit wird eine weitere, für die digitale Spaltung ständig an Bedeutung gewinnende Grenzlinie gezogen.

Die schnelle Verbreitung künstlicher Intelligenz

Die künstliche Intelligenz – KI – hat, im Gegensatz zu möglichen Vorannahmen, in einigen landwirtschaftlichen Bereichen eine bedeutende Anwendung gefunden. So wird die KI zum Beispiel genutzt, um mit Hilfe digitaler Bilder oder Methoden, die sich auf neuronale Netzwerke gründen, Pflanzen visuell auszusondern oder zu unterscheiden.²⁷ Einige der Fragestellungen, die die Forscher bei der landwirtschaftlichen Anwendung der NIKT, speziell bei der Nutzung der KI besonders interessieren, sind:²⁸

- Darstellung
 - Umgang mit raumzeitlichem Wissen, einschließlich der Ausweitung der Kapazitäten und Möglichkeiten der GIS.
 - Umgang mit Unsicherheiten und Ungenauigkeiten, die u.a. die Anwendung von Systemen diffuser Logik und qualitatives Urteilen erfordert.
 - Modellbildung von Multi-Agenten-Systemen wie der Bevölkerung und der Problemlösungsverteilung.

²⁶ Neményi & Mesterhézi & Pecze & Stépén 2003.

²⁷ Aitkenhead & Dalgetty & Mullins & McDonald & Strachan 2003.

²⁸ Farkas 2003.

- Hilfsmittel, Techniken und Algorithmen
 - Nutzung der emergierenden Technologien wie neuronale Netzwerke und genetische Algorithmen.
 - Integration (Fusion) der verschiedenen Informationsressourcen.
 - Steigende Anwendung der KI in den Simulationssystemen, insbesondere in Bezug auf: Systeme diskreter Ereignisse, Nutzung fortgeschrittener Darstellungssysteme und quantitativ-qualitative Simulation.
 - Integration und Nutzung der Fortschritte in der KI in anderen emergierenden Technologien.
- Anwendungen und praktische Probleme
 - Nutzung der Möglichkeiten der KI in der Planung, Kontrolle, Monitorisierung, Vorhersage oder Diagnose von Problemen in der landwirtschaftlichen Praxis und den damit verbundenen Aspekten.
 - Kommerzialisierung der Systeme u.a. in Laboratorien und Plantagen.
 - Kritische Analyse des Scheiterns von Projekten.
 - Abschätzung der Möglichkeiten der auf KI basierenden Unterstützungs- und Entscheidungssysteme.

Obwohl die Entwicklungen in der KI, wie schon erwähnt, auch gewisse Probleme und Nachteile bergen, sind doch die Fortschritte ebenso überraschend. Unsere Aufmerksamkeit wird insbesondere auf die Möglichkeiten gelenkt, die Systeme oder Software mit KI-Komponenten in der Verwaltung großer land- und viehwirtschaftlicher Tätigkeitsbereiche beim Umgang mit Pflanzen- und Tierarten eröffnen. Die Systeme kontrollieren sowohl physische Geräte – Traktoren, Bewässerungssysteme, Erntemaschinen – als auch die Gesamtheit der landwirtschaftlichen Aktivitäten vor Ort – Aussaat, Pflege und Ernte²⁹. Das könnte, so unser Vorschlag, unter den Begriff Ruramotik oder Agromotik gefasst werden.³⁰

Es seien auch Probleme erwähnt, die durch die Einführung und Nutzung der neuen, durch die Informatik und Technologie gebotenen Möglichkeiten hervorgerufen werden.

Es gibt Meinungen, nach denen die präzise Landwirtschaft nicht nur durch Effizienzsteigerung Kosten reduziert und eine Raumüberwachung in Realzeit ermöglicht, sondern auch der Umwelt zu Gute kommt: Es wäre nun möglich, den für den Anbau notwendigen Einsatz der Agrochemie so zu berechnen, dass ein exzessiver und

²⁹ In diesem Zusammenhang wäre es interessant eine analoge Möglichkeit der Raumkontrolle und -verwaltung unter den Begriffen Domotik, Inmotik und Urbamotik für den städtischen Bereich zu finden. Vgl. Chaparro 2003.

³⁰ Die Begriffe Ruramotik und Agromotik existieren nicht. Wir schlagen sie aus der Perspektive der atomatischen Verwaltung und Kontrolle ländlicher Gebiete oder der land- und viehwirtschaftlichen Produktion vor.

inadäquater Einsatz verringert würde.³¹ Der Einsatz der Informationstechnologien hat offensichtlich zu einem Anwachsen der land- und vierwirtschaftlichen Produktion auf Weltebene geführt³², aber es nicht sicher, dass die Produktqualität sich verbessert hat oder er zu eine höheren Umweltverträglichkeit und zum respektvolleren Umgang mit der Umwelt in der Land- und Viehwirtschaft geführt hätte.

Über die allgemeinen Folgewirkung der IT-gestützten Land- und Viehwirtschaft auf Makroebene hinausgehend, stellt sich die Realität nach der differenzierten Einführung der NIKT in den land- und viehwirtschaftlichen Produktionsbereichen unter verschiedenen Blickwinkeln so dar, dass dadurch die sich abzeichnende ländliche digitale Spaltung bestimmt und kennzeichnet wird. Das geht von der Kommerzialisierung von Maschinen und Programmen bis hin zur technologischen Abhängigkeit, die durch ungleiche technologische Innovation verursacht wird.

Unter den wichtigsten Hindernissen, die auf eine oder andere Weise die kommerzielle Nutzung der computergestützten Systeme zur Maschinenkontrolle verhindert oder erschwert haben, können folgende hervorgehoben werden:³³

- das Fehlen von robusten und anpassungsfähigen Maschinen für bestimmte Arbeiten,
- die exzessiven Kosten der mechanischen Technologie,
- die begrenzten Möglichkeiten, eine Technologie zu schaffen, die den Qualifikationsanforderungen eines angeleiterten Arbeiters entsprechen,
- die legalen Probleme, die sich in bestimmten Umfeldern insbesondere aus der Handhabung und Nutzung von Technologien ergeben,
- die Saisonabhängigkeit eines großen Teils der landwirtschaftlichen Produktion,
- die Umstände, die an die Bestimmung der Erntezeit gebunden sind,
- die begrenzte Kapazität der Roboterprototypen in der Landwirtschaft,
- die Einführung ist bedingt durch die Kosten, Traditionen und dem Wunsch der Produzenten, die Einführungsrisiken der Neuheit zu vermeiden.

Unter einem anderem Gesichtspunkt betrachtet, ist die Einführung der präzisen Landwirtschaft und der auf land- und viehwirtschaftliche Tätigkeiten orientierten NIKT in den nicht-entwickelten Ländern an einem Punkt angelangt, den einige Wissenschaftler zunehmend Besorgnis erregend empfinden.³⁴ Einer der wichtigsten Faktoren, um in dieser Richtung Fortschritte zu machen, ist die Forschung. Diese ist wiederum in diesen sozial-territorialen Kontexten zu marginal. Die Einführung von IT- Systemen ohne eine den kontinuierlichen Innovationsprozess unterstützende Forschung bedeutet erneut, und vielleicht in verstärkter Form, eine exzessive Technologieabhängigkeit. Diese wird

³¹ Auernhammer 2001.

³² Vergleiche diesbezüglich Cox 2002.

³³ Kassler 2001

³⁴ Zur Bewertung des Falles Chinas siehe: Maohua 2001.

ihrerseits, soweit heute abzusehen ist, zu ausgeprägten scharfen Ungerechtigkeiten und Ungleichheiten zwischen der Land- und Viehwirtschaft in den entwickelten und den nicht-entwickelten Ländern führen.

Unter Berücksichtigung der schon zu bemerkenden Wirkungen sowie des Potenzials, das den Datenbasen, den Simulationsmodellen, den SIGs, den KI-Systemen und den Expertensystem unterstellt wird, hinterfragen einige Forscher andererseits die ethischen Konsequenzen, die die Entwürfe der IT-Systeme und deren Nutzung in der land- und viehwirtschaftlichen Produktion nach sich ziehen. Das bezieht sich insbesondere auf die Informationsmanipulation, die Qualität, Zuverlässigkeit, Genauigkeit, Sachgerechtigkeit, das Eigentum und Zugangsmöglichkeiten. Die ethische Fragestellung betrifft noch einen anderen, fundamentalen Aspekt: die Auswirkung auf die Lebensqualität der Menschen.³⁵ Es kann eine Art von Phasenverschiebung zwischen dem Erfolg der Informationssysteme und den sozialen Folgen angenommen werden. Das gilt zum Beispiel für deren Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt mit der nachfolgenden niedrigeren Nachfrage nach Arbeitskräften, oder für Kostenreduzierungen, die sowohl höhere Wettbewerbsvorteile also auch höhere Gewinne und Erträge der Produzenten in den entwickelten Ländern im Vergleich zu denjenigen in den technologisch abhängigen Ländern erzeugt.

Zum Abschluss

Wir stellen zunächst fest, dass die Einführung der NIKT in die landwirtschaftliche Praxis ein Gemeinplatz in der Untersuchung ländlicher Gebiete im 21. Jahrhundert sein wird.³⁶ Ein weiterer, hervorzuhebender Aspekt ist die erschwerte bzw. teuer zu erwerbende Zugänglichkeit zur detaillierten Information über die langfristige landwirtschaftliche Praxis. Heute beginnt sich die Situation zu ändern. Diverse Sensoren und Geräte zum Informationsempfang, ebenso wie Softwarepakete werden vor allem wegen des Rückgangs der Kommerzialisierungskosten langsam erschwinglich.³⁷

Die präzise Landwirtschaft ist eng an die NIKT und die aktuelle technologische Revolution gebunden. Aber in den nächsten Jahren darf eine andere große Revolution, die der Genetik, nicht aus den Augen verloren werden. Das Beharrungsvermögen dieser beiden Transformationsströmungen, die sich gegenseitig verstärken, wird die Formen, die die land- und viehwirtschaftlichen Praktiken seit der industriellen Revolution geprägt haben, substantiell verändern, obwohl in ungleichmäßiger und unterschiedlicher Weise, je nach dem Territorium, in dem sie angewandt werden.

Die Ebenen, auf denen die NIKT in den Regionen der land- und viehwirtschaftlichen Produktion wirken, reichen von einem Teilbereich eines Bauernhofes bis zur Gesamtheit

³⁵ Thomson & Schmoldt 2001.

³⁶ Schmoldt 2001.

³⁷ Ibidem.

eines extensiv genutzten Anbaugesbietes. Und eben diese Mehrebigkeit ist eines der Merkmale der territorialen Mutationen, die die NIKT's hervorrufen. Kann man sich daher vorstellen, dass es eines Tages von Informationssystemen und Maschinen kontrollierte Anbaugesbiete geben wird, die nur eines minimalen, d.h. fast keines menschlichen Eingriffes bedürfen? Ist der traditionelle Bauer und Viehzüchter vom Aussterben bedroht? In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass vor ungefähr einem Jahrhundert 70% der Weltbevölkerung in ländlichen Gebieten und 30% in Städten lebte, während sich dieses Verhältnis heute umgedreht hat. Und wahrscheinlich wird sich diese Tendenz in Zukunft parallel zur Anwendung der NIKT's in den Regionen land- und viehwirtschaftlicher Produktion noch verstärken, ähnlich wie zu Beginn der landwirtschaftlichen Automatisierung. Doch kehren wir zu unserer Ausgangsfrage zurück: Träumen die Landwirte und Wissenschaftler von einer IT-gestützten land- und viehwirtschaftlichen Produktion? In diesem Augenblick können wir nur darauf hinweisen, dass diese Träume sich auf unterschiedliche Weise je nach sozio-territorialen Kontexten auf diesem Planeten materialisieren und umsetzen.

Zum Abschluss wollen wir unterstreichen, dass die Automatisierung der Landwirtschaft zweifellos in den nächsten Dekaden und in dem jetzt begonnenen Jahrhundert weiter fortschreiten wird. Aber im Augenblick werden Probleme in der Nutzung und Kommerzialisierung festgestellt, was darauf verweist, dass eines der Felder zukünftigen Interesses die Analyse sein sollte, wie diese technischer Geräte und Technologien verbreitet und angewandt werden. Diese Aspekte definieren die sich abzeichnende ländliche digitale Spaltung. Die Herausforderungen, besonders in Hinsicht auf die empirische Forschung und die Analyse der sozialen Folgewirkungen, sind groß. Wir hoffen, dass wir in gewisser Weise dazu beigetragen haben, einige der grundsätzlichen Aspekte aufzuzeigen, die die Einführung der NIKT's in den Bereich der land- und viehwirtschaftlichen Produktion kennzeichnen.

¿Sueñan los granjeros con ovejas electrónicas?

Algunos elementos clave para pensar la nueva divisoria digital rural

Jeffer Chaparro Mendivelso

Doctorando en Geografía Humana

Universidad de Barcelona

Celso Locatel

Doctorando en Geografía

UNESPI (Brasil)

Primera Publicación:

Chaparro, J. & Locatle, C. (2004) *¿Sueñan los granjeros con ovejas eléctricas? Algunos elementos clave para pensar la nueva divisoria digital rural*. En Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170 (18). [<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-18.htm>] [ISSN: 1138-9788]

Ficha bibliográfica :

Chaparro, J. & Locatle, C. (2006) *¿Sueñan los granjeros con ovejas eléctricas? Algunos elementos clave para pensar la nueva divisoria digital rural*. en dia-e-logo – Revista de ciencias sociales. Universidad de Barcelona, Vol. 2, Nr. 1, 1. Oktober 2006 [<http://www.dia-e-logos.eu>].

Resumen: Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación —NTIC— están generando profundos cambios socio-territoriales no solo en las áreas urbanas sino también en las zonas rurales y de producción agropecuaria, situación que delinea la nueva divisoria digital rural. Las mutaciones abarcan muchos aspectos, resaltándose el uso de nuevos instrumentos y dispositivos, la utilización de diversos paquetes de software, la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica —SIG— y la irrupción de la Inteligencia artificial —IA—. Pero todo esto define, a la par, diversos problemas y conflictos en términos de la incorporación de esas nuevas posibilidades informáticas y tecnológicas. De la misma manera, los retos son sustanciales, abarcando desde la desigual inserción y difusión de las posibilidades emergentes hasta los impactos socio-territoriales derivados de la inserción de las NTIC en las áreas de producción agropecuaria.

¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas? Esta es la pregunta que titula una de las primordiales y más influyentes obras de ciencia ficción de épocas recientes: *Blade Runner*¹ de Philip K. Dick. En ella una de las principales ideas es la imprecisa, delgada y hasta confusa línea entre lo natural y lo artificial, línea que, luego de años de ficción, se está empezando a diluir antes nuestros ojos en muchos entornos territoriales. Y precisamente las áreas rurales, lejos de lo que muchos investigadores asumen, principalmente los que se centran las dinámicas urbanas, se podría considerar que son algunos de los entornos que más están siendo modificados por la actual revolución tecno-científica ligada las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación —NTIC—. Se podría hablar, entonces, de la naciente divisoria digital rural².

La evolución e implementación de los sistemas de manejo de granjas y fincas incluye cuatro etapas primordiales: una fase en la que todas las tareas eran ejecutadas manualmente, seguida de otra en la que se incorporan algunos sistemas —mecanización— pero el trabajo manual sigue siendo fuerte, posteriormente se incorpora el uso del ordenador o computador y los software y luego habría un estadio final en el que se introduce Internet³. Y precisamente está última, es decir la red de redes, se constituye en uno de los factores que están induciendo mayor cambio, ya que ofrece la posibilidad de incorporar la producción —incluso sin haber cultivado— a los mercados mundiales y hasta la factibilidad de la teleoperación —manejo a distancia— de granjas de considerable extensión prácticamente desde cualquier lugar conectado a la red.

La irrupción de las NTIC en los entornos rurales y las áreas de producción agropecuaria no es del todo nueva. Ha tomado fuerza desde los últimos veinte años aproximadamente, jalonando cambios diversos, como la incorporación de los software de control de funciones, el uso de aparatos y dispositivos automatizados y la aplicación de Sistemas de Información Geográfica —SIG— en el diagnóstico, monitoreo y planificación de la producción.

Pero los cambios también se evidencian en el surgimiento de revistas especializadas en el tema, como es el caso de *Computers and Electronics in Agriculture*, editada en Ámsterdam por Elsevier. Precisamente nuestro recorrido panorámico o de estado del arte ha tomado como fuente principal de información esta revista, centrándonos en la producción de los últimos cinco o seis años. Tras rondar por sus números se advierte que la preocupación en términos de investigación y de producción de conocimiento, tanto para especies animales como vegetales, incorpora aspectos variados y complejos como los siguientes:

- Agricultura de precisión.
- Inteligencia artificial en la agricultura.

¹ Dick, Philip K. *Blade Runner*. ¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas? Barcelona: Edhasa, 2000 (obra original de 1968), 195 p.

² La noción genérica de divisoria digital ha sido trabajada por varios autores, pero su caracterización para las áreas rurales y de producción agropecuaria, a nuestro modo de ver, ha sido más bien limitada e insuficiente. Sobre la divisoria digital recomendamos ver a: Castells 2001, p: 275-303

³ Lewis 1998.

- Sistemas de inspección de cultivos.
- Control climático en invernaderos.
- Sistemas integrados de producción de pollos.
- Análisis del comportamiento de máquinas que aprenden de la experiencia.
- Tecnologías de visión automatizada para aplicaciones agrícolas.
- Sistemas multicriterio de apoyo a las toma de decisiones.
- Sistemas para el seguimiento del movimiento y comportamiento de los insectos.
- Uso de la realidad virtual y la simulación en los procesos agropecuarios.
- Mejoramiento de entornos de almacenamiento.
- Simulación del transporte y retención de contaminantes disueltos en el suelo.
- Inspección de multiespectral de cultivos en tiempo real.
- Programación para la planificación de la irrigación.
- Simulación para ayudar a manejar los desechos animales.
- Seguimiento del bienestar de los animales.
- Estimación de la producción de leche usando redes neurales artificiales.
- Mecanismos electrónicos para ordeñar.
- Biosensores y sus aplicaciones potenciales en el sector del diagnóstico agrícola.
- Uso de la geometría y modelamiento fractal en el análisis de la producción.
- Sistemas de colección de datos espaciales del terreno en tiempo real.
- Impactos de la modernización agrícola.
- Adopción de agricultura de precisión para los países en vías de desarrollo.

En muchas de estas líneas los sistemas no son solo proyectos, pues ya se están utilizando desde hace algunos años en la producción agropecuaria. Además, algunas investigaciones también incorporan análisis de casos concretos de implementación de los sistemas tanto en áreas rurales de los países desarrollados como no desarrollados. Nuestro recorrido se centra en algunos de los temas antes enumerados, abordando específicamente: los instrumentos y dispositivos, los paquetes de software, los SIG, la irrupción de la Inteligencia Artificial —IA— y los problemas de incorporación y uso de las nuevas posibilidades informáticas; no sobra señalar que todas estas cuestiones están fuertemente vinculadas entre sí dada la actual convergencia tecnológica. Finalizamos con algunas consideraciones y expectativas asociadas a la imbricación de las NTIC en la actividad agropecuaria.

Instrumentos y dispositivos

La inserción de las NTIC en la producción agropecuaria implica fuertes modificaciones en términos de los instrumentos y dispositivos que se utilizan para gestionar y monitorear varios de los aspectos vinculados. Algunos de los más importantes son: los

instrumentos de automatización de producción, los aparatos de control-monitoreo de las actividades y los dispositivos o sensores de seguimiento.

Dentro del grupo de los instrumentos de automatización de la producción, además de los variados y complejos instrumentos para el ordeño de vacas⁴, hoy se dispone de diversos dispositivos destinados a gran número de actividades. Entre ellos se puede destacar la aplicación de las redes neurales y los sistemas expertos en la selección y clasificación automática de los huevos en los galpones industriales de acuerdo con los parámetros que sean fijados⁵, permitiendo, además de seguir detalladamente la producción, reducir considerablemente la carga o necesidad de trabajo humano. Pero los sistemas abarcan actividades de diversa naturaleza, como en el caso de Fututech, que es un sistema australiano para la automatización de algunas prácticas en los mataderos, Sm, que es un sistema robótico también australiano para la esquila de ovejas, y Magali, que es un sistema francés para el corte de cítricos⁶.

Dentro de los aparatos de control-monitoreo de las actividades resaltamos dos. Por un lado se puede comentar que ya existen sistemas automatizados de control de las condiciones atmosféricas —atmósfera controlada— para el almacenamiento de diversos productos, que, entre otros, se ajusta continuamente a los cambios fisiológicos de los artículos, al igual que permite manejar errores muy bajos para concentraciones de CO₂ y O₂⁷. El sistema también puede reconocer datos de las condiciones de los artículos, registrar el funcionamiento del sistema, reajustarse a las condiciones cambiantes y funcionar sin asistencia. Por otra parte, se han creado dispositivos portátiles para el seguimiento de las condiciones fisiológicas de animales, que incluyen la posibilidad de utilizar simultáneamente hasta 255 monitores para rastrear, grabar y analizar datos de diferentes variables asociadas a su estado de salud⁸. El dispositivo, que se conecta al animal, permite que un ordenador reciba por vía inalámbrica información sobre sus condiciones, con la posibilidad añadida de procesar y correlacionar los datos para hacerse una idea más cercana de su comportamiento fisiológico. Las aplicaciones de sistemas como este son innumerables, incluyendo el posible uso en humanos para monitorear las condiciones de salud de personas con algún riesgo médico, como en el caso de la hipertensión, la diabetes y la deficiencia cardíaca, entre otras.

Dentro del grupo de dispositivos de seguimiento que merecen atención se halla el de visión. En efecto, ya existen sistemas automatizados para la selección de pescado —como el SIMCA⁹— que utilizan potentes dispositivos de visión o cámaras —computer vision— que, en algunos aspectos y según algunos investigadores, podrían equipararse a la selección visual detallada realizada por el personal que realiza esta labor

⁴ Ordolff 2001.

⁵ Patel, McClendon y Goodrum 1998.

⁶ Kassler 2001.

⁷ Markarian, Vigneault, Garipey y Rennie 2003.

⁸ Harris, Schaare, Cook y Henderson 2001.

⁹ Kohler, Skaga, Hjelme y Skarpeid 2002.

manualmente. Los sistemas expertos de imágenes también pueden detectar, empleando avanzados sistemas de reconocimiento 3D —en tres dimensiones—, la masa de los peces de cultivo en el lugar de cría, ofreciendo valiosa información en términos del tamaño y el peso de los individuos sin la necesidad de retirarlos de los estanques¹⁰. Pero la cuestión no queda ahí, ya que para atender algunos cultivos específicos el monitorear y rastrear los insectos se traduce en una tarea ardua pero necesaria, ya que el desarrollo y éxito de un cultivo puede depender de ello. En esta línea se han creado radares que detectan la presencia de insectos en ciertas áreas, ofreciendo información a los interesados desde el día o la noche anterior —en Australia ya se han instalado dispositivos de este tipo—; el sistema registra la presencia de insectos, envía la información a un ordenador que luego reenvía los datos a la página web donde se ofrece la información actualizada de aspectos como dirección de la migración, la intensidad y la frecuencia, entre otros datos¹¹. Pero además de estos radares horizontales, importantes para establecer el comportamiento o difusión espacial de los insectos, hay otros sistemas de radar que rastrean en la vertical, ofreciendo igualmente información sobre procesos migratorios y el comportamiento por estratos¹². De la misma manera, existen sistemas de video computarizados para el seguimiento e investigación del comportamiento de diversos grupos de insectos¹³. De otro lado, hasta el uso de las geometrías fractales —descubiertas en gran medida con la ayuda de los ordenadores¹⁴— en sistemas informáticos de visión ofrecen posibilidades para evaluar y clasificar el maíz según su forma¹⁵.

En esta misma línea de los dispositivos de seguimiento no hay que dejar de mencionar otro también importante: los biosensores, que involucran avances tanto en NTIC como en ingeniería genética. En los últimos años se han evidenciado importantes avances en el campo de los biosensores como herramienta de diagnóstico agrícola, con aplicaciones diversas que van desde el análisis médico hasta la evaluación de condiciones ambientales, pasando por el seguimiento de la comida de los animales¹⁶. Los diagnósticos, que definen el bio-reconocimiento de ciertas sustancias o elementos, emplean moléculas asociadas a las enzimas, ácidos nucleicos y anticuerpos, que ofrecen información que luego es procesada e interpretada empleado ordenadores o computadores.

¹⁰ Lines, Tillett, Ross, Chan, Hockaday y Farlane 2001.

¹¹ Drake, Wang y Harman 2002

¹² Chapman, Smith, Woiwod, Reynolds y Riley 2002.

¹³ Noldus, Spink y Tegelenbosch 2002.

¹⁴ Tanto para el descubrimiento como para estudio de los fractales los ordenadores o computadores han sido indispensables. Ver: Rubiano 2002.

¹⁵ Panigrahi, Misra y Willson 1998.

¹⁶ Tothill 2001.

Los paquetes de software

Los paquetes de software son muy importantes en la agricultura informatizada, principalmente porque los instrumentos y dispositivos de control y gestión no funcionan por si solos, requiriendo necesariamente de paquetes con aplicaciones específicas. Pero además los software permiten adquirir, procesar e interpretar la información generada, con la consecuente posibilidad de originar nueva información, retroalimentando tanto el proceso de producción como la investigación directa.

El uso de paquetes informáticos es variado y tiene múltiples aplicaciones. Su viabilidad de aplicación es diferencial y oscila entre los que gestionan toda una finca hasta los que permiten la actualización de información relevante para los granjeros mediante Internet¹⁷. Pero los sistemas de monitoreo y control también permiten alimentar el ganado en tiempo real, con la consecuente posibilidad de registrar el comportamiento individual —y también grupal— de cada animal en términos de cantidad, frecuencia y conducta alimentaria¹⁸. Por otro lado, los sistemas informatizados permiten el manejo de invernaderos, ofreciendo la posibilidad de contribuir al control de ciertas enfermedades propias de algunas plantas¹⁹, incluso hay programas que simulan virtualmente el comportamiento de los cultivos o plantaciones teniendo presente las múltiples variables que inciden en su desarrollo²⁰, permitiendo definir anticipadamente tanto estrategias y planes de siembra como el posible impacto derivado de las variaciones climáticas y meteorológicas.

Sobre la cuestión de la escala y la incidencia de los paquetes de software se pueden plantear dos aspectos. Primero: la escala de acción y control que se puede ejercer con los sistemas informatizados es múltiple, ya que se puede controlar desde un pequeño cultivo hidropónico, inspeccionando constantemente sus requerimientos hídricos²¹, hasta toda una finca o granja de varias hectáreas. Segundo: para algunos investigadores las posibilidades informáticas también permiten elaborar, por ejemplo, modelos tridimensionales que permiten la visualización de las tendencias mundiales de consumo de proteínas²², permitiendo adelantar potencialmente, desde la perspectiva política y de planificación, propuestas y estrategias para intentar minimizar las acusadas diferencias en términos nutricionales; de esta manera, y con las obvias reservas que se puedan suscitar, estos paquetes se erigen como una herramienta fundamental para la investigación en agricultura y la toma de decisiones a diversas escalas territoriales. Este último aspecto nos acerca a la cuestión de los SIG.

¹⁷ Xia, Stinner, Brinkman y Bennett 2003.

¹⁸ Halachmi, Edan, Maltz, Peiper, Moallem, Brukental 1998.

¹⁹ Tantau y Lange 2002.

²⁰ Ver: Gustafson y Rasmussen 2002.

²¹ Ver: Sigrimis, Arvanitis, Pasgianos y Ferentinos 2001.

²² Fisher, Sonka y Westgren 2003.

Los Sistemas de Información Geográfica

Además de los instrumentos-dispositivos y de los paquetes de software la agricultura de precisión requiere de los SIG y de los sistemas de Geoposicionamiento Global por dos factores centrales: la necesidad de manejar grandes volúmenes de información espacial y la exigencia en cuanto a ubicar y/o rastrear continuamente algunos artefactos - como los tractores - y elementos territoriales – cultivos -.

Los SIG se constituyen en una herramienta clave al momento de diagnosticar, planear y ejecutar intervenciones en las áreas agropecuarias. Prueba de ello es su uso en la delimitación espaciotemporal de la ocurrencia de enfermedades que afectan a ciertos cultivos²³, permitiendo anticiparse a su manifestación y disminuir sus impactos. Igualmente se utilizan como herramienta de análisis en la optimización de la producción por las posibilidades que ofrecen al momento de cruzar y operar gran cantidad de variables que inciden en el rendimiento de los cultivos²⁴.

Los SIG también pueden ofrecer información para la actividad agropecuaria desde otras líneas, como en el caso del modelamiento de los proceso de erosión del suelo, incorporando variables como la topografía, el comportamiento de los sedimentos y la dinámica hídrica²⁵. En conjunto los SIG ofrecen la posibilidad de establecer y delimitar tanto amenazas por erosión como las posibles opciones de manejo de cada una de las áreas. Igualmente los SIG también viabilizan la creación de complejas vistas simuladas, incorporando múltiples variables, que luego pueden ofrecer información tanto para los investigadores como para la toma de decisiones directamente sobre el terreno²⁶.

Como puede observarse, los SIG se constituyen en una herramienta clave tanto para gestionar como para tomar decisiones en el sector agropecuario. Pero si su uso es más bien limitado en la gestión-planificación de las ciudades y los entornos urbanos, por parte tanto de las empresas que ofrecen servicios públicos como por las entidades de planeación y ordenamiento territorial, podríamos plantear que su implementación en las áreas rurales y de producción agropecuaria es aún más restringida, marcando otro de los frentes en los que la divisoria digital adquiere relevancia.

La irrupción de la Inteligencia artificial

La inteligencia artificial —IA—, lejos de lo que podríamos asumir a priori, está siendo utilizada de manera importante en varios aspectos asociados a la agricultura. Por ejemplo, la IA se está empleando para discriminar o diferenciar visualmente plantas

²³ Ver: Nutter, Rubsam, Taylor, Harri y Esker 2002.

²⁴ Ver: McKinion, Jenkins, Akins, Turner, Willers, Jallas y Whisler 2001.

²⁵ Cox y Madramootoo 1998.

²⁶ Neményi, Mesterhézi, Pecze y Stépén 2003.

empleando imágenes digitales y métodos adscritos a las redes neurales²⁷. Sin embargo, algunas de las cuestiones que interesan más a los investigadores preocupados por la inserción de las NTIC en la agricultura, y especialmente por el uso de la IA, son las siguientes²⁸:

- Problemas de representación
 - Manejo espaciotemporal del conocimiento, lo cual incluye la extensión de las capacidades y posibilidades de los SIG.
 - Manejo de la incertidumbre y la imprecisión, requiriendo la adopción de sistemas de lógica difusa y razonamiento cualitativo, entre otros.
 - Modelamiento de sistemas multiagente, como los de población y los de distribución de solución de problemas.
- Herramientas, técnicas y algoritmos
 - Uso de tecnologías emergentes, como las asociadas a las redes neurales y los algoritmos genéticos.
 - Fusión de múltiples recursos de información.
 - El ascenso de IA en las herramientas de simulación, en aspectos como: los sistemas de eventos discretos, la utilización de sistemas avanzados de representación y la simulación cuantitativa-cualitativa.
 - La integración y aplicación de las aproximaciones en IA con otras posibilidades emergentes
- Aplicaciones y problemas prácticos
 - Uso de las posibilidades de las IA para la planeación, control, monitoreo, predicción o diagnosis de problemas en la práctica agrícola y aspectos relacionados.
 - Comercialización de los sistemas, tanto en laboratorios como en fincas, entre otros.
 - Análisis críticos de fracasos en los proyectos.
 - Validación de las posibilidades de sistemas de soporte y decisión basados en IA.

Aunque, como se ha advertido, los avances en la IA implican aún ciertos problemas e inconvenientes, los progresos también son sorprendentes. Especialmente nos llama la atención la posibilidad que se abre en términos de gestionar gran parte de las actividades agropecuarias, vinculadas tanto al manejo de especies vegetales como animales, por parte de un sistema o software con componentes de IA que controle tanto los dispositivos físicos —tractores, sistemas de riego, maquinas de recolección— como

²⁷ Aitkenhead, Dalgetty, Mullins, McDonald y Strachan 2003.

²⁸ Farkas 2003.

el conjunto de actividades directas sobre el terreno —siembra, cultivo, cosecha²⁹—. Tal vez al respecto podríamos proponer el término: Ruramótica o Agromótica³⁰.

Algunos problemas asociados a la incorporación y el uso de las nuevas posibilidades informáticas y tecnológicas.

Hay quines sugieren que la agricultura de precisión, además de reducir costos por el aumento de la eficiencia y de permitir hacer un seguimiento espacial en tiempo real, puede favorecer al ambiente dado que es factible evaluar previamente las cargas de agroquímicos necesarios para los cultivos, reduciendo su aplicación excesiva e inadecuada³¹. Evidentemente las tecnologías de la información han contribuido recientemente a incrementar la producción agropecuaria mundial³², pero no es seguro que la calidad de los productos haya mejorado y tampoco está claro que hayan contribuido a delinear una prácticas más compatibles y respetuosas con el ambiente.

Pero, un poco lejos de las implicaciones macro y genéricas de la agricultura informatizada, la realidad es que la incorporación diferencial de las NTIC en las áreas de producción agropecuaria está marcando y definiendo la naciente divisoria digital rural desde diferentes ángulos, abarcando desde la comercialización de programas y dispositivos hasta la dependencia tecnológica asociada a la innovación tecnológica desigual.

Como primera medida, en la línea de las principales barreras que, de una u otra forma, han impedido y dificultado la explotación comercial de los sistemas computarizados de control de maquinas, se pueden resaltar las siguientes³³:

- La carencia de maquinaria lo suficientemente robusta y adaptativa para ciertos trabajos.
- Los costos excesivos de la tecnología mecánica.
- La limitada posibilidad de crear tecnología con las características de destreza de un trabajador entrenado.
- Los problemas legales, especialmente en términos del manejo e incorporación tecnológica en ciertos contextos.
- La estacionalidad de buena parte de la producción agrícola.
- Las circunstancias asociadas a la definición de la época de la cosecha.
- La limitada capacidad de los prototipos de robots para la agricultura.
- La implementación está mediada por razones de costos, de tradiciones o el deseo de los productores de evitar los riesgos asociados a la novedad.

Desde otra perspectiva la inserción de la agricultura de precisión y de las NTIC vinculadas a las actividades agropecuarias en los países no desarrollados se constituye

²⁹ Al respecto es sugestivo encontrar esa misma posibilidad de control y de gestión territorial aplicada a las áreas urbanas mediante los conceptos de Domótica, Inmótica y Urbamótica. Ver: Chaparro 2003.

³⁰ Los términos Ruramótica y Agromótica no existen, los proponemos desde la perspectiva de gestión y control automatizado de áreas rurales o de producción agropecuaria.

³¹ Auernhammer 2001.

³² Al respecto ver: Cox 2002.

³³ Kassler 2001.

en un punto que está empezando a preocupar a algunos investigadores³⁴, ya que uno de los factores primordiales para avanzar en estas líneas es la investigación, actividad demasiado marginal en estos contextos socio-territoriales. Incorporar sistemas informatizados sin investigación que soporte procesos de innovación continua implica, de nuevo y tal vez de forma aumentada, una excesiva dependencia tecnológica que se traducirá, tal como hoy se puede observar, en unas inequidades y disparidades bastante marcadas y acusadas entre las producción agropecuaria de los países desarrollados y los no desarrollados.

Por otra parte, teniendo presente los impactos ya tangibles, y los potenciales, vinculados a las bases de datos, a los modelos de simulación, a los SIG, a los sistemas de IA y a los diversos sistemas expertos, algunos investigadores están cuestionándose algunas de las implicaciones éticas inmersas en el diseño y uso de sistemas informatizados en las producción agropecuaria, especialmente en términos de la manipulación de la información que redunde en calidad, confiabilidad, exactitud, pertinencia, propiedad y accesibilidad. Pero, además, los cuestionamientos éticos involucran un aspecto fundamental: los impactos en la calidad de vida de los grupos humanos³⁵. Habría entonces una especie de desfase entre el éxito de los sistemas informatizados y sus efectos sociales, por ejemplo, en el caso de la incidencia en el mercado laboral, con la consecuente menor necesidad de mano de obra, y de la reducción de costos que permite mejores ventajas competitivas al igual que mayores ganancias y rendimientos a los productores de países desarrollados frente a los de países tecnológicamente dependientes.

Para finalizar

Como primera medida es adecuado considerar que la introducción de las NTIC en la práctica agrícola será un lugar común de análisis de las áreas rurales en el siglo XXI³⁶. Otro aspecto destacable nos remite a considerar que por mucho tiempo la información detallada sobre la práctica agrícola fue inaccesible o muy costosa de adquirir. Pero en la actualidad la situación está cambiando rápidamente, ya que los diversos sensores o dispositivos de captura de información, al igual que los paquetes de software, están siendo paulatinamente más asequibles³⁷, especialmente por el descenso de su costo comercial.

La agricultura de precisión está completamente vinculada a las NTIC y a la actual revolución tecnológica. Pero hacia los próximos años será adecuado no perder de vista otra gran revolución en curso: la genética. En conjunto la inercia de estas dos grandes

³⁴ Para la evaluación del caso de China recomendamos ver: Maohua 2001.

³⁵ Thomson y Schmoldt 2001.

³⁶ Schmoldt 2001.

³⁷ *Ibidem*.

corrientes de cambio, que se refuerzan mutuamente, modificará de manera sustancial, aunque de forma desigual y diferencial respecto al territorio en el que se inserten, las posibilidades que han marcado las prácticas agropecuarias recientes, sustancialmente desde la Revolución Industrial.

Las escalas de acción de las NTIC en las zonas de producción agropecuaria abarcan desde una porción de una granja hasta todo un cultivo extensivo; ciertamente esta multiescalaridad es uno de los rasgos que define las mutaciones territoriales asociadas a las NTIC. ¿Se podrá pensar entonces que algún día existirán bastas zonas de cultivos controlados por sistemas informáticos y por máquinas con mínima, o casi nula, asistencia humana? ¿El campesino o granjero tradicional estará en vía de extinción? Recordemos que hace apenas un siglo aproximadamente el 70 por ciento de la población mundial vivía en zonas rurales y el treinta por ciento restante en las ciudades; ahora la situación es a la inversa, y muy probablemente la tendencia se incrementará a la par de la inserción de las NTIC en las zonas de producción agropecuaria, tal como se ha dado con la introducción de la mecanización agrícola. Regresamos a la pregunta inicial: ¿sueñan los granjeros con ovejas eléctricas? Mejor aún, tal vez deberíamos darle un viro a la cuestión: ¿sueñan los granjeros y los investigadores con la producción agropecuaria informatizada? Por ahora tan solo podríamos plantear que esos sueños están empezando a diluirse y a materializarse diferencialmente en ciertos contextos socio-territoriales de nuestro planeta.

Por último queremos subrayar que los avances en la agricultura automatizada proseguirán y aumentarán, sin duda alguna, en las próximas décadas y en el siglo que hemos iniciado. Pero en la actualidad se han detectado ciertos problemas para su utilización y comercialización, lo cual plantea que una de las áreas de interés futura deberá ser el análisis de la difusión y adopción de este tipo de posibilidades técnicas y tecnológicas, aspecto que define la naciente divisoria digital rural. Los retos son muchos, especialmente en términos del trabajo empírico y del análisis de las implicaciones sociales. Esperamos en alguna medida haber contribuido a perfilar algunos de los aspectos básicos que demarcan la inserción de las NTIC en las áreas de producción agropecuaria.

Literatur/ Bibliografía

- AITKENHEAD, M. J. & DALGETTY, I. A. & MULLINS, C. E. & MCDONALD, A. J. S. & STRACHAN, N. J. C. (2003) Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 39. S. 157-171.
- AUERNHAMMER, Hermann (2001) Precision farming: the environmental challenge. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº. 30. S. 31–43.
- CHAPARRO, Jeffer (2003) Domótica: la mutación de la vivienda. In *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(136\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(136).htm).
- CHAPMAN, J. W. & SMITH, A. D. & WOIWOD, I. P. & REYNOLDS, D. R. & RILEY, J. R. (2002) Development of vertical-looking radar technology for monitoring insect migration. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 35. S. 95–110.
- COX, Christopher & MADRAMOOTOO, Chandra (1998) Application of geographic information systems in watershed management planning in St. Lucia. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 20. S. 229–250.
- COX, Sydney (2002) Information technology: the global key to precision agriculture and sustainability. En *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 36. S. 93-111.
- DRAKE, V.A. & WANG, H.K. & HARMAN, I.T. (2002) Insect monitoring radar: remote and network operation. En *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 35. S. 77–94.
- FARKAS, I. (2003) Artificial intelligence in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam: Nº 40. S. 1-3.
- FISHER, Donna & SONKA, Steven & WESTGREN, Randall. (2003) Visualization and system dynamics modeling of the global appetite for protein. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 38. S.161-174.
- GUSTAFSON, Eric J. & RASMUSSEN, Luke V. (2002) Assessing the spatial implications of interactions among strategic forest management options using a Windows-based harvest simulator. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 33. S. 179–196.
- HALACHMI, I. & EDAN, Y. & MALTZ, E. & PEIPER, U.M. & MOALLEM, U. & BRUKENTAL, I. (1998) A real-time control system for individual dairy cow food intake. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 20. S. 131–144.
- HARRIS, Philip & SCHAARE, Meter & COOK, Christian & HENDERSON, Jon (2001) An ambulatory physiological monitor for animal welfare studies. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 32. 181-194.
- KASSLER, Michael (2001) Agricultural Automation in the new Millennium. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 30. S. 237–240.
- KOHLER, Achim & SKAGA, A. & HJELME, G. & SKARPEID, H.J. (2002) Sorting salted cod fillets by computer vision: a pilot study. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 36. S. 3-16.
- LEWIS, Tony (1998) Evolution of farm management information Systems. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 19. S. 233–248.
- LINES, J. A. & TILLET, R. D. & ROSS, L. G. & CHAN, D. & HOCKADAY, S. & FARLANE, N.J.B. (2001) An automatic image-based system for estimating the mass of free-swimming fish. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 31. S. 151–168.

- MAOHUA, Wang (2001) Possible adoption of precision agriculture for developing countries at the threshold of the new millennium. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 30. S. 45–50.
- MARKARIAN, Naro & VIGNEAULT, Climent & GARIEPY, Yvan & RENNIE, Timothy (2003) Computerized monitoring and control for a research controlled-atmosphere storage facility. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 39. S. 23-37.
- MCKINION, J. M. & JENKINS, J. N. & AKINS, D. & TURNER, S. B. & WILLERS, J. L. & JALLAS, E. & WHISLER, F. D. (2001) Analysis of a precision agriculture approach to cotton production. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 32. S. 213–228.
- NEMÉNYI, M. & MESTERHÉZI, P.A. & PECZE, Zs. & STÉPÉN, Zs. (2003) The role of GIS and GPS in precision farming. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 40. S. 45-55.
- NOLDUS, Lucas & SPINK, Andrew & TEGELENBOSCH, Ruud (2002) Computerised video tracking, movement analysis and behaviour recognition in insects. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 35. S. 201–227.
- NUTTER, F. W. & RUBSAM, R. R. & TAYLOR, S. E. & HARRI, J. A. & ESKER, P. D. (2002) Use of geospatially-referenced disease and weather data to improve site-specific forecasts for Stewart's disease of corn in the US corn belt. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 37. S. 7-14.
- ORDOLFF, Dieter (2001) Introduction of electronics into milking technology. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº. 30. S. 125–149.
- PANIGRAHI, Suranjan & MISRA, Manjit K. & WILLSON, Stephen (1998) Evaluations of fractal geometry and invariant moments for shape classification of corn germplasm1. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 20. S. 1–20.
- PATEL, V. C. & MCCLENDON, R. W. & GOODRUM, J. W. (1998) Development and evaluation of an expert system for egg sorting. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 20. S. 97–116.
- RUBIANO, Gustavo (2002). *Fractales para profanos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. S. 116.
- SCHMOLDT, D. L. (2001) Precision agriculture and information technology. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 30. S. 5-7.
- SIGRIMIS, N. & ARVANITIS, K. G. & PASGIANOS, G. D. & FERENTINOS, K. (2001) Hydroponics water management using adaptive scheduling with an on-line optimizer. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 31. S. 31–46.
- TANTAU, Hans-Juergen & LANGE, Doris (2003) Greenhouse climate control: an approach for integrated pest management. *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam: Elsevier, n. 40. S. 141-152.
- THOMSON, Alan J. & SCHMOLDT, Daniel L. (2001) Ethics in computer software design and development. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº. 30. S. 85–102.
- TOTHILL, Ibtisam (2001) Biosensors developments and potential applications in the agricultural diagnosis sector. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº. 30. S. 205–218.
- XIA, Yulu & STINNER, R. E. & BRINKMAN, Daryl & BENNETT, Norman (2003) Agricultural chemicals use data access using COLDFUSION markup language and a relational database. In *Computers and Electronics in Agriculture*. Ámsterdam. Nº 38. S. 217-225.



Dia-e-logos war ursprünglich als mehrsprachiges Portal mit einer Zeitschrift für Sozialwissenschaften mit deutschen, englische und spanischen Artikeln und einem Dokumentationszentrum konzipiert. Diese Idee konnte sich leider nicht durchsetzen. Daher haben wir uns entschieden, die mehrsprachige Zeitschrift als auch das Dokumentationszentrum einzustellen und über das Portal dia-e-logos nur noch elektronische Bücher anzubieten, die zum großen Teil Ergebnisse europäischer Projekte sind. Damit die Artikel der sechs Ausgaben der Zeitschrift nicht verloren gehen, haben wir uns dazu entschlossen, sie sowohl einzeln als auch gesammelt in den folgenden Volumen zu veröffentlichen:

Dia-e-logos was conceived as a multilingual portal with a journal with articles in English, German and Spanish and a documentation centre. This idea was not sustainable. For this reason we decided to close the journal and the documentation centre maintaining only the part of the distribution of electronic book on social science issues. In its majority, the books are results of European projects. With the intention to preserve the articles published in the journal, we have decide to publish them separtely and also jointly in the following volumes as:

Dia-e-logos fue concebido como portal multilingüe con una revista y un centro de documentación. Sin embargo, esta idea se mostró insostenible en el tiempo. Por esta razón, se tomó la decisión de cerrar la revista y el centro de documentación del portal dejando abierto solo el apartado para la distribución de libros electrónicos. Estos libros son, en su gran mayoría, fruto de proyectos europeos. Para que los artículos publicados en los seis números de la revista no se pierdan, se ha tomado la decisión de re-publicarlos por separado y conjuntamente en los siguientes volúmenes:

- Vol. I. Nº 1 Sprache in den Sozialwissenschaften
 Language in Social Sciences
 El lenguaje en ciencias sociales
- Vol. II; Nº 1 Technologie und Gesellschaft – Gesellschaft und Technologie
 Tecnología y Sociedad - Sociedad y Tecnología
- Vol. III; Nº 1 Globalised Knowledge Society, New Social Risks and Higher Education
- Vol. III; Nº 2 Higher Education in European social models
- Vol. III; Nº 3 From education to learning: the case of higher education
- Vol. III; Nº 4: The function of Higher Education in the European knowledge society.