

ANÁLISIS DE DATOS AGROPECUARIOS

IVÁN RAMÍREZ-MORALES / BERTHA MAZON-OLIVO



Análisis de Datos Agropecuarios

Iván Ramírez-Morales
Bertha Mazon-Olivo

Coordinadores



Primera edición en español, 2018

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa editorial de la UTMACH

Ediciones UTMACH

Gestión de proyectos editoriales universitarios

302 pag; 22X19cm - (Colección REDES 2017)

Título: Análisis de Datos Agropecuarios. / Iván Ramírez-Morales
/ Bertha Mazon-Olivo (Coordinadores)

ISBN: 978-9942-24-120-7

Publicación digital

Título del libro: Análisis de Datos Agropecuarios.

ISBN: 978-9942-24-120-7

Comentarios y sugerencias: editorial@utmachala.edu.ec

Diseño de portada: MZ Diseño Editorial

Diagramación: MZ Diseño Editorial

Diseño y comunicación digital: Jorge Maza Córdova, Ms.

© Editorial UTMACH, 2018

© Iván Ramírez / Bertha Mazón, por la coordinación

D.R. © UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, 2018

Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

www.utmachala.edu.ec

Machala - Ecuador

Advertencia: “Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes”.



César Quezada Abad, Ph.D
Rector

Amarilis Borja Herrera, Ph.D
Vicerrectora Académica

Jhonny Pérez Rodríguez, Ph.D
Vicerrector Administrativo

COORDINACIÓN EDITORIAL

Tomás Fontaines-Ruiz, Ph.D
Director de investigación

Karina Lozano Zambrano, Ing.
Jefe Editor

Elida Rivero Rodríguez, Ph.D
Roberto Aguirre Fernández, Ph.D
Eduardo Tusa Jumbo, Msc.
Irán Rodríguez Delgado, Ms.
Sandy Soto Armijos, M.Sc.
Raquel Tinóco Egas, Msc.
Gissela León García, Mgs.
Sixto Chilinguina Villacis, Mgs.

Consejo Editorial

Jorge Maza Córdova, Ms.
Fernanda Tusa Jumbo, Ph.D
Karla Ibañez Bustos, Ing.

Comisión de apoyo editorial

Índice

Capítulo I

Ciencia de datos en el sector agropecuario 12
Iván Ramírez-Morales; Bertha Mazon-Olivo ;Alberto Pan

Capítulo II

Obtención de datos en sistemas agropecuarios 45
Salomón Barrezueta Unda; Diego Villaseñor Ortiz

Capítulo III

Internet de las cosas (IoT) 72
Dixys Hernández Rojas; Bertha Mazon-Olivo; Carlos Escudero

Capítulo IV

Matemáticas aplicadas al sector agropecuario 101
Bladimir Serrano; Carlos Loor; Eduardo Tusa

Capítulo V

Estadística básica con datos agropecuarios 127

Irán Rodríguez Delgado; Bill Serrano; Diego Villaseñor Ortiz

Capítulo VI

Estadística predictiva con datos agropecuarios 218

Bill Serrano; Irán Rodríguez Delgado

Capítulo VII

Inteligencia de negocios en el sector agropecuario 246

Bertha Mazon-Olivo; Alberto Pan; Raquel Tinoco-Egas

Capítulo VIII

Inteligencia Artificial aplicada a datos agropecuarios 278

Iván Ramírez-Morales; Eduardo Tusa; Daniel Rivero

Introducción

El análisis de datos es un proceso complejo que trata de encontrar patrones útiles y relaciones entre los datos a fin de obtener información sobre un problema específico y de esta manera tomar decisiones acertadas para su solución.

Las técnicas de análisis de datos que son exploradas en el presente libro son actualmente utilizadas en diversos sectores de la economía. En un inicio, fueron empleadas por las grandes empresas a fin de incrementar sus rendimientos financieros.

El libro se basa en la aplicación de la especialización inteligente, de este modo, gracias al trabajo colaborativo, se combina al sector agropecuario con las tecnologías, matemáticas, estadística y las ciencias computacionales, para la optimización de los procesos productivos.

La idea de descubrir la información oculta en las relaciones entre los datos, incentiva a encontrar aplicaciones para el sector agropecuario, por ejemplo los obtenidos de una producción avícola, o los datos que se generan durante los procesos de fermentación, los parámetros físicos y químicos del suelo, del agua y de las plantas, los datos de sensores, de espectrometría, entre otros.

En la actualidad, este sector se ha mantenido con su producción habitual sin un destacado repunte ni diferenciación, a pesar de existir herramientas científicas que han permitido desarrollar dispositivos tecnológicos y sus aplicaciones.

Este libro ha sido el resultado de la sistematización de las experiencias individuales de un equipo humano con objetivos comunes y una historia académica multidisciplinar, cuyos hallazgos de investigación han sido publicados en revistas científicas y conferencias de alto impacto. El área temática sobre la que se centra este texto es en técnicas de extracción, procesamiento y análisis de datos del ámbito agropecuario, se combinan para entregar al lector una obra de calidad y alto valor científico.

Así, el presente libro está concebido desde diferentes puntos de vista de profesionales agrónomos, informáticos, electrónicos, matemáticos, estadísticos y empresarios. Todos buscan un objetivo en común: “descubrir el conocimiento oculto en los datos que proporcione una ventaja competitiva”. Se aborda el ciclo completo del proceso de obtención de conocimiento a partir de datos crudos del sector agropecuario, con la finalidad de apoyar la toma de decisiones. Este ciclo involucra procesos de: selección de los datos (extracción, comunicación, almacenamiento), pre-procesamiento, transformación, aplicación de modelos y/o técnicas de análisis, presentación e interpretación de resultados. El enfoque temático del libro es el siguiente:

Capítulo 1: Ciencia de Datos en el sector Agropecuario.- En este capítulo se aborda una revisión desde los inicios del análisis de datos en el sector agropecuario hasta el progreso actual que se ha dado en esta área del conocimiento que se considera como la nueva revolución en la agricultura y la ganadería de precisión.

Capítulo 2: Obtención de datos en sistemas agropecuarios.- El enfoque del capítulo es la generación de datos crudos en los sistemas agropecuarios, aplicando métodos y técnicas básicas donde se registran información de: número de unidades producidas, cantidad de nutrientes, variables climáticas, muestreo y monitoreo de organismos vivos, entre otros.

Capítulo 3: Internet de las cosas (IoT).- Este capítulo aborda los sistemas de telemetría para obtención de datos y control de dispositivos, aplicando tecnologías como: redes de sensores inalámbricos (dispositivos electrónicos, sensores, actuadores y puertas de enlace), protocolos de comunicación, centros de procesamiento de datos (cloud computing) y aplicaciones IoT para el sector agropecuario.

Capítulo 4: Matemáticas aplicadas al sector agropecuario.- Este capítulo explica los procedimientos para la creación de modelos matemáticos determinísticos que representen procesos asociados al sector agropecuario, como una alternativa de solución en la ingeniería.

Capítulo 5: Estadística básica con datos agropecuarios.- El capítulo se enfoca en los atributos, escalas de medición de las variables, su influencia en la elección del procedimiento estadístico a desarrollar, así como, el papel de las medidas de resumen, estimación puntual y prueba de hipótesis en la investigación científica.

Capítulo 6: Estadística predictiva con datos agropecuarios.- El capítulo considera las principales técnicas de la estadística avanzada aplicada al sector agropecuario, con el propósito de establecer predicciones que permita tomar mejores decisiones.

Capítulo 7: Inteligencia de negocios en el sector agropecuario.- El capítulo comprende la obtención de conocimiento a partir de datos crudos con la finalidad de apoyar la toma de decisiones en empresas del sector agropecuario. Involucra procesos de extracción, transformación y almacenamiento de datos en nuevos almacenes (Data warehouse - Big Data), distribución y análisis de la información con técnicas: multi-dimensional OLAP y tableros de control (dashboards).

Capítulo 8: Inteligencia Artificial aplicada a datos agropecuarios.- El capítulo trata sobre las principales técnicas de machine learning aplicadas a los datos agropecuarios, entre éstas se destacan: las redes de neuronas artificiales, máquinas de soporte de vectores, vecinos más cercanos, análisis de componentes principales, entre otros.

02 Capítulo Obtención de datos en sistemas agropecuarios

Salomón Barrezueta Unda ; Diego Villaseñor Ortiz

Desde mediados del siglo XX, con la aparición de las computadoras y con ello los programas informáticos, el tratamiento de la información sufrió una transformación que marcó el sendero de la agricultura moderna, tanto a nivel teórico como tecnológico. En este aspecto los sistemas agropecuarios, como parte del sector primario dependen de la disponibilidad y procesamiento de datos y de saber gestionar de forma oportuna la información.

La forma de ver y analizar los datos está en constante evolución, el modelo tradicional de proyectar la producción en función de supuestos, cambió y cada día toma más importancia la información primaria que se genera en los sistemas

Salomón Barrezueta Unda: Profesor titular de la Universidad Técnica de Machala (UTMach), es Ingeniero Agrónomo y Master en Gerencias y Administración de Empresas Agropecuarias por la UTMach. Tiene el grado de Doctor en investigación agraria y forestal obtenido en la Universidade da Coruña (España).

Diego Villaseñor Ortiz: Profesor Titular de la Universidad Técnica de Machala (UTMach), es Ingeniero Agrónomo, con Maestría en Ciencias Agronómicas con mención en suelos, obtenida en la Universidad de Concepción (Chile). Actualmente es parte del programa de doctorado en Ciencias del suelo y nutrición de plantas en la Universidad Estadual Paulista (Brasil).

agropecuarios para realizar sus propias proyecciones y toma de decisiones.

Sin embargo, hay otros tipos de información de gran relevancia que se relaciona con la adopción de la tecnología agropecuaria y cuya gestión no debe descuidarse como lo recomienda Palmieri & Rivas, (2007), y cita varios factores:

- El proceso de producción y sus actores (agricultores e intermediarios, etc.)
- Las dimensiones económicas, sociales y ambientales
- El precio y mercado
- El aprovechamiento del conocimiento tradicional
- La movilización de información interna.

Importancia del uso de la información en sistemas agropecuarios

El proceso de modernización agrario inicia en la década de los 60 y se acelera con las exigencias de producción de los años 90, a partir de este momento las naciones buscan la seguridad alimentaria de su población en el marco de una agricultura sostenible (WCED, 1987), lo que generó nuevas estructurantes de conductas y modelos de trabajo en la sociedad rural (Chaparro, 2014; Urcola, 2012).

Es a partir de ese momento cuando aumentó de forma exponencial la cantidad de información accesible, que es potencialmente importante para la producción agropecuaria, más aún con la introducción de las Tecnologías de la información y comunicación (TICs), que han afectado la forma como se trabaja en las organizaciones dedicadas a la producción, investigación o innovación agropecuaria, generando una amplia gama de nuevas aplicaciones y también de complejos desafíos.

Cuando se menciona la relación TICs y sector agropecuario, es conveniente tener en cuenta que se habla de la aplicación de tecnologías en los procesos primarios, por lo que se debe realizar un estudio económico previo detallado de los posi-

bles efectos de la utilización masiva de las TICs, los cuales deben medirse a partir del impacto económico y social en cada sistema agrario (Albornoz, 2006).

Para Basso *et al.*, (2013) la agricultura del siglo XXI deberá desarrollarse en ambiente donde la correcta interpretación de los datos es el factor del éxito o el fracaso de los agricultores. En este contexto se advierte de un nuevo “paradigma agrario” (Urcola, 2012), donde la tecnología juega un papel fundamental en la toma de decisiones en los sistemas agrarios.

En este contexto, la generación de la información depende de los métodos para la toma de datos, la frecuencia, de la capacidad instalada en infraestructura y tecnología, que permitan aplicar la información en beneficio del agricultor. Un ejemplo es el registro del rendimiento de banano por lotes, una disminución de este indicador puede relacionar la una baja fertilidad del suelo y a inadecuada frecuencia de riego, que incide de directamente en el rendimiento.

En el Cuadro 2.1 se presentan algunas necesidades del productor y técnicos agropecuarios y cómo puede aportar la generación de información, en la toma de decisiones.

Cuadro 1.3: Herramientas para el científicos de datos

Necesidades	Aporte de la información
Disponer de la multitud de datos ecológicos, biológicos, tecnológicos y económicos que representan a un agrosistema	Bases de datos organizadas por áreas o campos
Integración en un único marco conceptual que los formalice y relacione	Modelos conceptuales, de datos y matemático
Procesar según las leyes y metodologías de las disciplinas agrarias (agronomía, zootecnia, silvicultura, etc.)	Modelos de simulación agropecuarias que tratan cada uno de los aspectos de los agrosistemas y sistemas de información
Seleccionar las mejores alternativas de manejo, organización o comercialización, a partir de criterios productivos, económicos y ecológicos	Sistemas de soporte de decisiones
Transmitir la información en tiempo y forma adecuadas	Ofimática y telemática Agromática

La generación de información como soporte de decisiones en los sistemas agropecuarios

Los retos que enfrentan las naciones en vías de desarrollo con una alta dependencia de la agricultura, son: procesar la información que generen los sistemas agropecuarios con el fin de estimar el nivel de producción en un período de sequía, calcular el mínimo uso del recurso hídrico para evitar pérdidas por escorrentías y acelerar procesos de erosión de suelo o modelar las dosis de alimentos para el ganado con el objetivo de minimizar el desperdicio.

En Latinoamérica, cada día el uso de los datos agropecuarios para el desarrollo de aplicaciones informáticas se está extendiendo, no solo para el beneficio del agricultor que la genera, sino de toda una cadena de valor, que permite llevar un control seguro de los registros, con soluciones en servidores web para facilitar el uso en diferentes sistemas operativos; así mismo, su utilización no requiere de amplios conocimientos de informática, como es el caso del Sistema de Control de Recursos Filogenéticos (SISCORFI), una aplicación web que registra la ubicación de los bancos de semilla y disponibilidad de variedades vegetales mejoradas programa desarrollado en Cuba con el objetivo de proveer material genético certificado y eliminar posible introducción o comercialización de plantas portadoras de plagas o de baja productividad (Coronado-Hernández, 2015).

Con una correcta gestión de la información y adecuada aplicación de la tecnología en la agricultura es posible tener conocimiento de ofertas, demandas, ubicación de mercados y precios. Como es el caso desarrollado en la Pampa Argentina, con la incorporación de TICs, las cuales facilitan el contacto directo con los compradores, así mismo las fuentes de conocimiento se hacen accesibles para tomar decisiones (Coronado-Hernández, 2015).

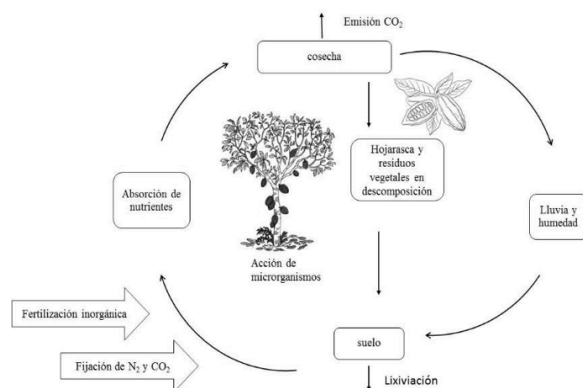
La gestión de información que se genera en los sistemas agrarios está enfocada en capturar, clasificar, preservar, recuperar, compartir y difundirla para quienes la reciban mejoren sus procesos productivos y administrativos.

Variables en sistemas agropecuarios

La producción agropecuaria comprende muchas variables como los volúmenes de producción, tanto de carne en canal y de animales sacrificados, así como de productos vegetales específicos, precios, pesos, coeficientes técnicos e inventarios en general. Se desprenden de estas variables un conjunto enorme de datos que los agricultores o los organismos del estado no le dan el uso adecuado; como, por ejemplo, las ocurrencias de brotes epidemiológico en animales menores en determinados meses, lo que permite al estado ejecutar campañas de vacunación o erradicación de la enfermedad, o regular el precio interno de productos vegetales como el banano, en época de mayor oferta.

En la imagen 2.1 se presenta el sistema agrario del cacao, donde se distinguen varios elementos que son susceptibles a variaciones externas como el factor clima, población de microorganismos descomponedores o la intensidad de las labores agropecuarias. Por otro lado, la planta responde con una mayor o menor exigencia de nutrientes que incide en la cantidad de biomasa aérea que aporta la planta. Esto ocasiona que los datos generados tengan alto grado de variación estacional que inciden en la producción si no son interpretados de la forma adecuada.

Imagen 2.1. Ciclo nutricional del cacao y su interacción con el medio



Fuente: Barrezueta-Unda & Paz-González (2017)

En este aspecto el primer paso para ordenar los datos es clasificar el sistema agropecuario, el cual está en dependencia del uso de insumos, grado de conservación de la biodiversidad o del grado de tecnificación, factores que originan varios modelos de producción como la del cacao (Cerdea *et al.*, 2014) que se dividen en: agroforestal, asociado con sombra, asociado sin sombra temporal, monocultivo con sombra temporal o monocultivo sin sombra. Con un panorama claro del modelo y sistema agrario implantado, los datos se ordenan en función de lo detallado, debido a que la información que genere un monocultivo no es igual a un cultivo asociado.

Ahora, con la información disponible, es necesario que el técnico formule recomendaciones y para que los agricultores las adopten se debe conocer tanto el elemento humano involucrado en el cultivo (trabajadores agrarios) como los elementos biofísicos (suelo, aire, agua), las metas de los productores (umbral de producción) y de las restricciones que ellos enfrentan para lograr esas metas.

Identificación y medición de los insumos variables

En muchos casos, en especial los pequeños agricultores, no registran todos los procesos que realizan en sus fincas; o, en caso contrario, llevan los registros de manera tradicional, es decir, en cuadernos y archivos físicos. Pons-Pérez *et al.*, (2016) recomienda subir la información en repositorios o almacenar en la nube para proteger la información. Pero para que este proceso tenga efecto es necesario capacitar a los agricultores en la forma y detalle de registrar información de cada proceso sea estos por parcelas, lotes, cuarteles, etc. (Coronado-Hernández, 2015).

Para identificar qué variables proporcionan información pertinente en los sistemas agrarios, los técnicos agropecuarios y agricultores se deben familiarizar con las prácticas locales, realizando preguntas que pueden influir en la producción y en el resultado final. A continuación se da una lista de referencias que se puede considerar previo a la obtención de datos:

Preparación del terreno: ¿Es el mismo para todas las parcelas?

Siembra: ¿Se usa la misma semilla en todas las parcelas?; ¿Se emplea la misma cantidad de semilla?; ¿Es la misma la técnica de siembra?

Deshierbes/labranzas: ¿La cantidad de tiempo requerida para esta operación diferirá de una parcela a otra?; ¿Es la misma la técnica para todas las parcelas?

Selección de material germoplasma: ¿Se requiere para todos los tratamientos?; ¿Qué método utiliza?

Aplicación de pesticidas y fertilizante: ¿Son iguales para todos los lotes? Si las prácticas agronómicas no son idénticas para todos las parcelas, lotes o tratamientos hay que considerar cuáles de los siguientes tipos de insumos podrían ser afectados por las diferencias, y en qué magnitud.

Agroquímicos: ¿Qué fertilizantes, insecticidas, herbicidas, difieren en tipo o cantidad?

Semilla: ¿Difieren en tipo o cantidad?

Equipo: ¿Se necesita el mismo tipo de equipo?; ¿La calibración del equipo es la misma?; ¿Se necesita la misma cantidad de tiempo de operación del equipo?

Mano de obra: ¿Cuánto difiere la mano de obra debido a distintas operaciones de deshierbe, deshije, riego, densidad de siembra, preparación del terreno, etc.?; ¿Varía significativamente la mano de obra requerida con el tipo o cantidad de semilla o el fertilizante aplicado?; ¿Difiere entre tratamientos el tipo de mano de obra requerida?

Conformación de un marco de trabajo para el registro de información

Según SAGARPA, (2013) para la obtención de datos de cada sistema agropecuario es necesario definir un marco de trabajo que contenga los siguientes criterios

- Población en estudio: los instrumentos de captación contemplan el registro de datos a partir de la identificación de las zonas productoras y de los agentes que interactúan en ellas, el tipo de cultivo y la variedad.
- Cobertura: se debe considerar la superficie, si el registro de datos es total o parcial y qué cultivos o actividad agropecuaria se incluye y excluye.
- Referencia temporal: la información debe estar referida a lapsos de tiempo que estén acordes al sistema agropecuario, como ejemplo el banano que se registra en función de cintas de colores que se coloca en los racimos para estimar el tiempo de cosecha (Imagen 2.2).

Imagen 2.2. Sistemas de colores para el control de las cintas en banano

Semana	Color cinta	
1		rojo
2		marrón
3		negro
4		verde
5		azul
6		blanco
7		amarillo
8		lila o morado

Fuente: Torres (2012)

- Revisión y validación de datos: Se debe analizar de manera recurrente la información en lapsos de tiempo que estén relacionados con las etapas fenológicas del cultivo o el desarrollo de los animales; si fuera el caso, considerando que todo el año se realizan actividades agropecuarias.
- Toma de decisiones con los datos obtenidos: Con la infor-

mación captada, el siguiente paso es la tabulación y procesamiento estadísticos de los datos para la toma de decisiones. Algunos autores recomiendan la difusión de resultados con el objetivo de conformar redes de información agropecuarias para su validación y desarrollo de la investigación.

Procedimientos de muestreo en sistemas agropecuarios

A continuación, se detallan varios procedimientos para captar información en campo y centros de procesamiento de productos agrarios, con el fin de identificar variables que se puedan estructurar en indicadores de un sistema agropecuario.

Antes de definir qué se debe muestrear, es necesario establecer las técnicas de recolección de datos propuestas por USAID/OFDA, (2008):

Vuelos de reconocimiento a baja altura (Aviones o helicópteros): Se realiza desde aviones, helicópteros o globos aerostáticos lo que permite una rápida cobertura de la zona en estudio, identificar daños de plagas, usos del suelo y vías de acceso. La desventaja es el alto costo y la baja disponibilidad.

Evaluación terrestre: el desplazamiento por superficie, permite la apreciación cualitativa y cuantitativa de los daños y la toma de muestras. Su Desventaja es al cubrir zonas geográficas de difícil acceso.

Encuestas por muestreo sobre el terreno: Se utilizan técnicas de muestreo para la cuantificación de datos específicos de producción y daño, midiéndose a partir de submuestras. La modalidad de obtener la información es mediante la entrevista y encuestas a personas directamente afectadas. La desventaja es que los resultados en muchos de los casos son aproximados.

Otras técnicas: aerofotografía, imágenes satelitales y sistemas de sensores remotos.

Datos meteorológicos

El clima es medido a través de los datos meteorológicos, los cuales son obtenidos en las estaciones agrometeorológicas de primer o segundo orden. El tipo de datos meteorológicos (humedad, temperatura, precipitación, etc.) y la frecuencia (semestral, bianual, anual, etc.) de las lecturas es una cuestión definida por la aplicación de dichos datos, como ejemplo determinar los períodos de mayor pluviosidad para la programación del sistema de riego.

Para las aplicaciones a nivel de predio o de actividad, es suficiente contar con los registros diarios de la estación agrometeorológica más cercana a la empresa o finca, para datos con alta variabilidad estacional como la lluvia y la evapotranspiración lo más conveniente es contar con un pluviómetro y un tanque de evaporación para un registro in situ.

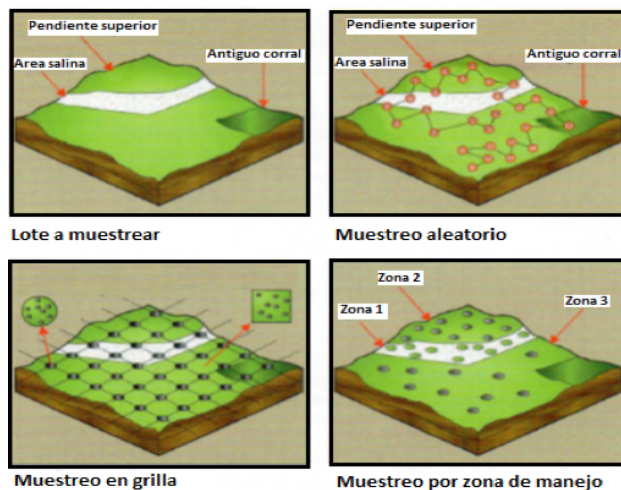
Estructura de un plan de muestreo de suelos

La generación de la información del recurso suelo inicia con un análisis en profundidad de sus propiedades debido a que es el soporte del sistema de producción, lo cual incluye la planta y su manejo (Arévalo-Gardini *et al.*, 2015). Por otra parte, para conocer el nivel adecuado de elementos disponibles en el suelo que la planta necesita, es necesario establecer un cronograma, donde se definan la frecuencia, tipo e intensidad del muestro de suelo.

El agricultor o técnico que realiza la interpretación de un análisis de suelos se enfrenta a una gran variedad de métodos que en algunos casos no son pertinentes al tipo de problemas productivo del cual necesita tomar decisiones. Se puede destacar, que la causa principal de errores en los análisis de suelos, es la forma como fue realizado el muestreo antes que los procedimientos analíticos de laboratorio. Una inadecuada estratificación del sitio donde se extrae la muestra puede incidir en que no tenga la suficiente representatividad de todo el terreno.

Para un buen muestreo se recomienda tomar muestras de suelo separadas de áreas de terreno con distinta topografía, geomorfología, tipo de suelo, vegetación natural o prácticas de manejo anteriores. Por lo tanto, una superficie extensa puede ser dividida en áreas que posean condiciones uniformes de manejo de suelo, o de acuerdo con la ubicación de cultivos anteriores (imagen 2.3). Se debe asignar un número de identificación permanente a cada área, además se recomienda mantener un mapa de las áreas muestreadas, registrando coordenadas con una unidad GPS y así preservar para futuras referencias.

Imagen 2.3. Esquema básico de muestreo de suelos



Fuente: Bruulsema *et al.*, (2013)

En la mayoría de los casos se deben tomar, al azar, por lo menos 15 a 20 submuestras para hacer una muestra compuesta mezclada que puede pesar de uno a varios kilos, la cual se homogeniza, para a continuación, tomar una porción de suelo, que es codificada y colocada en doble funda plástica para el traslado al laboratorio, tratando de evitar la contaminación de la muestra por manipulación inadecuada del operado (tocar con las manos), por lo que se recomienda el uso de guantes plásticos.

Para estudios agrológicos, se recomienda además de las consideraciones anteriores, tomar muestras representativas de los principales horizontes del perfil de suelo que serán utilizados por el sistema radicular de las plantas (Imagen 2.4). Para ello se sugiere realizar calicatas en los sectores específicos de la plantación, en función de la profundidad efectiva de las raíces. Esto determinará, por ejemplo la planificación del riego y la aplicación de fertilizantes que favorezcan el desarrollo de la planta, permitiendo que tanto las dosis de corrección (situaciones de déficit nutricional), como el cálculo de aporte potencial (situaciones de alta reserva nutricional), se realicen considerando también las características físicas de cada horizonte, principalmente densidad aparente y clase textural (Hirzel, 2008)

Imagen 2.4. Evaluación morfológica y muestreo de horizontes de suelos en una calicata representativa.



Fuente: Diego Villaseñor

Finalmente, se recomienda evitar el muestreo en los siguientes espacios del predio: a) al pie de cercas vivas o muertas, b) lugares de acumulación de material vegetal o estiércol, c) lotes de quemas recientes o acumulación de cenizas, d) terrenos que muestren señales de fertilización reciente, e) sitios cercanos a carreteras, guardarrayas o caminos vecinales, f) lugares cercanos a canales y g) sitios de pendientes pronunciadas o erosionadas.

Los tipos de muestra dependen del material y equipo a utilizar, en el caso del uso de la pala se debe cavar un hoyo en forma de “V” del ancho de una pala y la profundidad requerida según el cultivo (Imagen 2.5 a y b), tomar una tajada de suelo de 2 a 3 centímetros de espesor de la pared del hoyo (Imagen 2.5 c), con una navaja o cuchillo cortar las dos secciones laterales de la tajada de suelo colectado y eliminar (Imagen 2.5 e), depositar en un balde plástico limpio de impurezas como fertilizantes, cal, estiércol, cemento, etc. (Imagen 2.5 f), repetir esta operación para cada uno de los puntos elegidos como sitios de muestreo.

Imagen 2.5. Secuencia sugerida en la toma de muestras de suelos con pala



Fuente: Villalba (2012)

Otra forma de tomar muestras de suelo es con el uso de un barreno que se introduce de forma vertical al suelo y que se hace girar como si fuera un tornillo. El barreno tiene la capacidad de tomar la muestra en los 0 - 20 cm de suelo; obtenida la muestra se sigue igual procedimiento que la toma con la pala. Repetir esta operación para cada uno de los puntos elegidos como sitios de muestreo.

Valores de referencia para la interpretación de análisis de suelos

Una vez que el proceso de muestreo concluye y los resultados son enviados al agricultor o al técnico de campo, es necesario la interpretación de los datos. Para esto, es necesario conocer los criterios de interpretación, los cuales se logran comparando valores de referencia con el tamaño de las partículas de la fracción mineral (textura). En el cuadro 2.2 se presentan dos suelos de distintas clases texturales los cuales se comparan con algunas propiedades químicas del suelo, lo que indica los rangos adecuados para el normal desarrollo de las plantas (Hirzel, 2008).

Cuadro 2.2 Propiedades químicas de suelo adecuadas para diferentes clases texturales.

Propiedad	Unidad	Nivel óptimo de Clase Textural	
		FA a FLA	FL a FY
Materia orgánica (M.O)	%	≥1,5	≤1,5
pH		6,2-7	5,8-6,8
Conductividad eléctrica (C.E)	ds m ⁻¹		≤1,5
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	cmol kg ⁻¹	8-15	15-30
Nitrógeno (N) Orgánico	mg kg ⁻¹	15-30	20-40
Fósforo (P)	mg kg ⁻¹	≥15	≥20
Potasio (K) Intercambiable	cmol kg ⁻¹	0,3 - 0,5	0,4 - 0,6
Calcio (Ca) Intercambiable	cmol kg ⁻¹	7 - 10	8 - 12
Magnesio (Mg) Intercambiable	cmol kg ⁻¹	1 - 1,5	1,2 - 2
Sodio (Na) Intercambiable	cmol kg ⁻¹	0,03-0,3	0,05-0,6
Suma de Bases	cmol kg ⁻¹	≥8	≥10

Propiedad	Unidad	Nivel óptimo de Clase Textural	
Relación Ca/CIC	%	60 - 65	55 - 65
Relación Mg/ CIC	%	12 - 15	10 - 15
Relación K/CIC	%	2 - 3	3 - 4
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	≥8	≥10
Hierro (Fe)	mg kg ⁻¹	2 - 4	2 - 10
Manganeso (Mn)	mg kg ⁻¹	1 - 2	2 - 5
Zinc (Zn)	mg kg ⁻¹	0,8 - 1,5	1 - 2
Cobre (Cu)	mg kg ⁻¹	0,5 - 1	0,5 - 1
Boro (B)	mg kg ⁻¹	0,8 - 1,5	1 - 2

Franco arenoso (FA), Franco limo arenoso (FLA), Franco limoso (FL), Franco arcilloso (FY)

Fuente: Adaptado de Pumisacho & Sherwood, (2002))

Uno de los problemas que tienen que resolver los técnicos agropecuarios son los valores de referencia a nivel local, para esto el apoyo de fuentes externas es indispensable para inferir sus resultados. En el cuadro 2.3 se presentan parámetros de referencia utilizados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por niveles (alto, medio y bajo) para recomendar las enmiendas de fertilizantes. Se presentan estos parámetros en forma diferenciada, ya que en Ecuador, se carece de información general de suelos que distingan los niveles físico-químicos que podrían existir entre dos clases texturales distintas.

Cuadro 2.3. Propiedades químicas de suelo adecuadas según INIAP.

Propiedad	Unidad	Rangos		
		Alto	Medio	Bajo
Materia orgánica (M.O)	%	< 3,0	3,0 – 5,0	> 5,0
Nitrógeno amoniacal (NH ₄)	mg kg ⁻¹	< 31,0	31,0 – 40,0	> 40
Fósforo (P)	mg kg ⁻¹	< 8,0	8,0 - 14	> 14
Zinc (Zn)	mg kg ⁻¹	< 3,1	3,1 – 7,0	> 7,0
Cobre (Cu)	mg kg ⁻¹	< 1,1	1,1 – 4,0	> 4,0
Hierro (Fe)	mg kg ⁻¹	< 20,0	20,0 – 40,0	> 40,0
Manganeso (Mn)	mg kg ⁻¹	< 5,1	5,1 – 15,0	> 15,0
Boro (B)	mg kg ⁻¹	< 0,20	0,20 – 0,49	> 0,49
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	< 4,0	4,0 – 19,0	> 19,0
Cloro (Cl)	mg kg ⁻¹	< 17	17,0 – 32,9	> 32,9
Potasio (K)	cmol kg ⁻¹	< 0,2	0,20 – 0,38	> 0,38
Calcio (Ca)	cmol kg ⁻¹	< 5,1	5,1 – 8,9	> 8,9
Magnesio (Mg)	cmol kg ⁻¹	< 1,7	1,7 – 2,3	> 2,3
Sodio (Na)	cmol kg ⁻¹	< 0,5	0,5 – 1,0	> 1,0
Relación Aluminio (Al) + hidrógeno (H)	cmol kg ⁻¹	< 0,5	0,5 – 1,5	> 1,5
Aluminio (Al)	cmol kg ⁻¹	< 0,3	0,3 – 1,0	> 1,0
Conductividad Eléctrica (C.E)	ds m ⁻¹	< 2,0	2,0 – 4,0	>4,0 – 8,0

cmol kg⁻¹ = miliequivalentes referidos al suelo en 100 cc de suelo en pasta saturada.

Fuente: Adaptado de Pumisacho & Sherwood, (2002)

La información generada de los análisis, también se puede enfocar en función de los umbrales máximos y mínimos de las plantas los cuales se contrastan con información publicada en textos científicos en los casos que no se disponga de información local o regional. En el cuadro 2.4 se describen los niveles nutricionales óptimos que necesita el cultivo del cacao para la región litoral del Ecuador; así como los métodos con los que se obtuvieron.

Cuadro 2.4. Valores óptimos de propiedades generales del suelo para el cultivo del cacao en Ecuador.

Propiedades químicas	Óptimo
NH ₄ (mg kg ⁻¹) -Kjeldahl-	>65
P (mg kg ⁻¹) -Olsen modificado/lectura espectrofotómetro de luz visible-	12-25
K (cmol kg ⁻¹) -Olsen modificado/lectura espectrofotómetro de absorción atómica-	0,3-1,2
Ca (cmol kg ⁻¹) -Olsen modificado/lectura espectrofotómetro de absorción atómica-	4,0-18
Mg (cmol kg ⁻¹) -Olsen modificado/lectura espectrofotómetro de absorción atómica-	0,9-4
S (mg kg ⁻¹) - Fosfato mono cálcico 0.008M/ Turbidimetría Ba CL2-	>22
Zn (mg kg ⁻¹) -Olsen modificado/lectura espectrofotómetro de luz visible-	0,5-2,2
Cu (mg kg ⁻¹) -Olsen modificado/lectura espectrofotómetro de luz visible-	1,8-5,9
Fe (mg kg ⁻¹) -Olsen modificado /lectura espectrofotómetro de luz visible-	19-45
Mn (mg kg ⁻¹) -Olsen modificado/lectura espectrofotómetro de luz visible-	3-6
B (mg kg ⁻¹) -CaH ₄ (PO ₄) ₂ .2H ₂ O/lectura espectrofotómetro de luz visible-	0,16-0,9
Al (cmol kg ⁻¹) -Cloruro de potasio 1N/lectura espectrofotómetro de luz visible-	0,1-1,5
∑Bases (cmol kg ⁻¹)	15-30
Ca/Mg (cmol kg ⁻¹)	2,6-8,0
Mg/K (cmol kg ⁻¹)	7,5-15
Ca+Mg/K (cmol kg ⁻¹)	27,5-55,0
CIC (m kg ⁻¹) -Acetato de amonio pH 7/lectura espectrofotómetro de luz visible-	19,35
CE (dS/m)-pasta de saturación/lectura Potenciómetro-	2,00
Materia orgánica (%) -Walkley y Black/Volumetria-	>3

Propiedades químicas	Óptimo
Carbono orgánico (%) - en analizador elemental-	>2
Nitrógeno total (%) -en analizador elemental-	>0,4
C/N	>9,5
Propiedades físicas	
pH -1:25 H ₂ O:suelo -potenciómetro-	6,5-7
Textura- Bouyouoc -Hidrómetro-	Franco; Franco-arenoso, Franco arcillo arenoso
Densidad aparente (Mg m ³) ⁷	1,25
Profundidad suelo (metros)	1,30-1,50

Fuente: Barrezueta-Unda & Paz-González (2017)

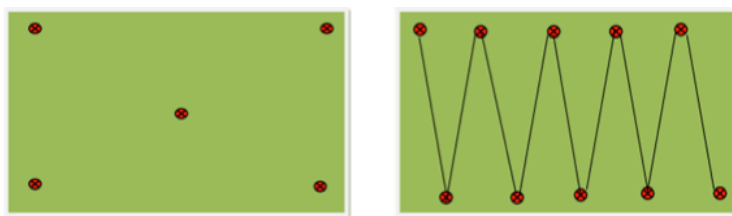
Muestreo de productos agropecuarios en campo

Para establecer un método para la recolección de las muestras de material vegetal (frutos, hojas, raíces, etc.), se requiere considerar varios factores como el tipo del cultivo, la fuente de hídrica para riego, gradiente topográfica, textura de suelo, porcentaje de humedad ambiental, heliofanía, dirección del viento, fauna doméstica y silvestre, barreras naturales, barreras artificiales, colindancia de la parcela con zonas industriales, urbanas o rurales, potreros o establos y de la intensidad del ataque de plagas (SAGARPA, 2011).

SAGARPA, (2011) y Zaccagnini, (2015) recomiendan que el método de muestreo apropiado para realizar inferencias generalizadas de la población en superficies iguales o menores a 10 ha de plantas, es fijar cinco puntos (muestreo en aros), cuando se conoce la forma de la finca (Imagen 2.6 a). Cuando se desconocen las condiciones y/o características en que se realiza la producción, o cuando la unidad de producción tiene antecedentes de lotes con ataques severos de patógenos, es necesario realizar un recorrido en forma de zig-zag o en W (muestreo aleatorio simple sistemático) como se detalla en la imagen 2.6 b, con el propósito de abar-

car la totalidad de la finca o lote y que todas las unidades o elementos tengan la misma probabilidad se puedan incluir, con el fin de lograr una mayor representatividad y uniformidad de las unidades o elementos existentes dentro del área que se registra la información.

Imagen 2.6. Esquema de muestreo: A muestreo en aros, B muestreo aleatorio sistemático o tipo W.

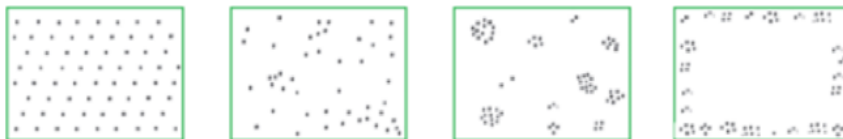


Fuente: SAGARPA, (2011)

Monitoreo de plagas en campo

El monitoreo de plagas es un proceso en el cual influyen factores no controlados por el hombre como las condiciones meteorológicas, que modifican los hábitos y comportamiento de la plaga, por lo cual evaluar las características de su distribución en el cultivo la cual puede ser homogénea, al azar, agregada o periférica (Imagen 2.7). Es importante antes de establecer un plan de monitoreo que genere información confiable para la toma de decisiones para su control en campo (INTA, 2012).

Imagen 2.7. Tipo de distribución espacial de plagas en cultivos: homogénea, al azar, agregada y periférica



Fuente: INTA, (2012)

Un programa de monitoreo debe considerar un tamaño de muestra que refleje adecuadamente las densidades reales de plagas y sus enemigos naturales, presentes en el huerto.

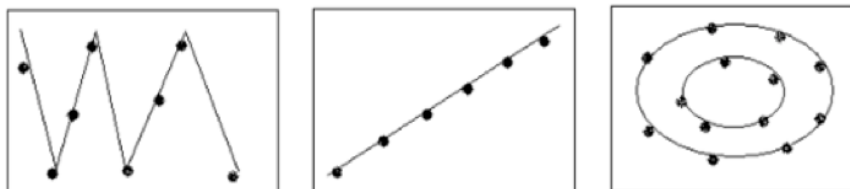
En general, mientras mayor es el tamaño de la muestra (mayor número de estructuras observadas), la estimación refleja mejor la densidad real de la plaga presente en el lote (Ripa & Larral, 2008).

Para llevar a cabo un proceso de monitoreo de plagas varios autores coinciden en los siguientes pasos:

- Registro de las características de la plaga encontrada.
- Observación y registro de factores, que modifican la densidad de las plagas, la susceptibilidad del cultivo y su capacidad de recuperación.
- Análisis de los datos obtenidos.
- Estimación de la tendencia de las poblaciones de las plagas.
- Toma de decisiones

En el caso de una distribución en el contorno del lote o finca, es conveniente aplicar el tratamiento solo en los bordes (Imagen 2.8). En una distribución agregada, se recomienda un tratamiento “tipo focos caliente” es decir controlar sólo el sector afectado a fin de evitar la desimanación de la plaga a la totalidad del lote.

Imagen 2.8. Recorrido de muestreo en cultivos permanentes y transitorios



Fuente: INTA, (2012)

En cuanto al recorrido de muestreo, existen varias opciones en tanto el mismo sea representativo de toda la parcela de observación. En general, se recomienda monitorear, al menos, el 1% de las plantas de un cuartel (con un mínimo de 10 plantas) y evaluar en terreno la efectividad de esta medición, aumentando la muestra en la medida que se detecte

variabilidad o carencia en la precisión. Por otra parte se debe considerar el costo y disponibilidad de personal capacitado (Ripa & Larral, 2008).

Procedimiento de muestreo en área de postcosecha

El proceso de muestreo en área de empaques o acondicionamiento de los productos agropecuarios conocido como postcosecha se fundamenta en controles de calidad que tiene como finalidad prevenir la contaminación del producto de peligros físicos, químicos y biológicos, así como, evitar los daños de la mercancía por una mala manipulación.

La forma de muestreo y tamaño de muestra no es sólo el procedimiento de tomar un número determinado de muestras, su objetivo es suministrar información sobre la presencia o ausencia de microorganismos patógenos en los productos agrícolas, útiles para la aceptación o rechazo de dicho producto. Así, después del análisis de la muestra, se obtendrán resultados que se confrontan con determinados criterios, que permitan tomar acciones de control o prevención (SAGARPA, 2011).

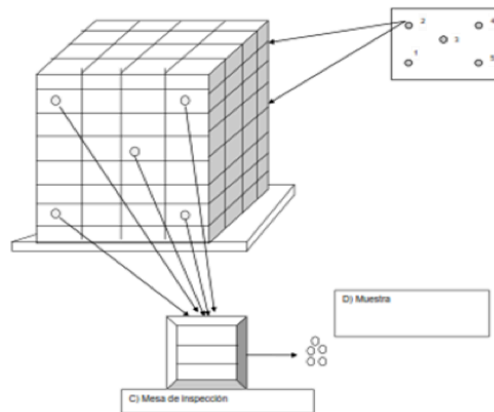
Muestreo de patógeno en material y superficie de empaque

El procedimiento de muestreo en superficies de contacto y de los operarios dentro de instalaciones de empaque o de procesamiento en fresco de los vegetales obedecen a los siguientes criterios (SAGARPA, 2011):

- Lavar y sanitizar las manos antes de iniciar el muestreo.
- Usar guantes, cubre boca y bata durante todo el desarrollo del muestreo (realizar un cambio de guantes al tomar muestras diferentes o que provengan de otra parcela o lote, para evitar contaminación cruzada entre productos).
- Elegir una superficie que tenga contacto directo con el producto agropecuario

- En el caso de superficies vivas (manos de trabajadores), tomar un hisopo nuevo estéril
- Realizar un frotis en una superficie de 35 cm², recorriendo la superficie seleccionada en forma horizontal de izquierda a derecha con un lado de la cara de la esponja, alternado de otro recorrido horizontal de derecha a izquierda con el otro lado de la cara de la esponja, seguido de un frotis vertical (de arriba hacia abajo) alternando los recorridos con ambas caras de la esponja. Colocar la esponja en la bolsa correspondiente y cerrarla.
- Marcar y etiquetar la bolsa.
- Ubicar el sitio en donde se colectó
- Cuando el producto se encuentre en proceso de empaque o en bandas, la primera muestra se tomará en un momento determinado, el segundo muestreo transcurridos 30 minutos y un tercer muestreo 30 minutos después del segundo.
- Cuando el producto se encuentra empacado y en estiba, se tomarán muestras de varios puntos del contenedor con la finalidad de tener una muestra representativa (Imagen 2.9).

Imagen 2.9. Selección de muestras en carga consolidada



Food and Drug Administration (FDA, 2003) recomienda (Cuadro 2.3) el tamaño de la muestra para productos agropecuarios utilizada para la detección de patagones (CAC/GL 33-1999), en paso de fronteras. Procedimiento recomendado en productos agropecuarios que son transportado en vías terrestres y marítima.

Cuadro 2.3. Número de muestras primarias por lote de producto agropecuario

Peso (kg) del producto por lote	Número mínimo de muestra por kg
Productos envasados o al granel que no son homogéneos	
<50	3
50-500	5
>500	10
Número de unidad, cajas u otros recipientes del lote	Número mínimo de muestra por unidad
1-25	1
26-100	5
>100	10

Fuente: SAGARPA, (2013)

Obtención de datos en empresas agropecuarias

Las empresas medianas y pequeñas del sector agropecuario carecen de un sistema que gestionen su información; como se detalló en los párrafos anteriores, todo sistema de producción genera datos que necesitan gestionarse.

La empresa agropecuaria representa un tipo definido de sistema social y económico y como tal posee ciertas características particulares derivadas especialmente de los subsistemas biológicos, de las tecnologías de producción específicas, del ecosistema en el cual se sustenta y de la identidad cultural del grupo social que vive y trabaja en ella.

El modelo de gestión de la información que se desarrolle para la empresa debe permitir la organización, almacenamiento, recuperación y procesamiento de los datos en todos los aspectos, lo que permite el diseño de un sistema agropecuario más ajustado a los objetivos del productor donde:

- La empresa tiene una ubicación geográfica, la cual define los suelos, clima, infraestructura regional, distancia a los mercados, etc.
- Las empresas suelen dividirse en departamentos, con funciones bien diferenciadas y limitadas, posibilitando la evaluación y diseño de cada uno por separado (administración, maquinarias y producción según tipo: ganadería, lechería, agricultura, silvicultura, forestación, horticultura, granja, etc.).
- Los intercambios (entradas y salidas) de los sistemas agropecuarios con el ambiente son de diferente naturaleza como: energía, materiales, dinero, información.

En este contexto, el flujo de información que generan las empresas agropecuarias debe ser bidireccional para que todos los departamentos estén integrados en el proceso de control y de toma de decisiones, como estar en conocimiento de los niveles de producción, flujo de ventas, productos rechazados por no conformidad y otros aspectos necesarios para implantar una cultura de gestión de la información.

Referencia Bibliográfica

- Albornoz, I. (2006). Software para el sector agropecuario. *Littec*, 1-39. Retrieved from <http://www.littec.ungs.edu.ar/pdfespa?ol/DT05-2006Albornoz.pdf>
- Arévalo-Gardini, E., Canto, M., Alegre, J., Loli, O., Julca, A., & Baligar, V. (2015). Changes in soil physical and chemical properties in long term improved natural and traditional agroforestry management systems of cacao genotypes in peruvian amazon. *PLOS ONE*, 10(7), e0132147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132147>
- Barrezueta-Unda, S., & Paz-González, A. (2017). Estudio comparativo de la estructura elemental de materia orgánica de suelo y mantillo cultivados de cacao en El Oro, Ecuador. *Revista Agroecosistemas*, (3), 2-9
- Basso, L. R., Pascale Medina, C., de Obschatko, E. S., & Preciado Patiño, J. (2013). *Agricultura inteligente: la iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía*. (Ministerio de Agricultura, Ed.). Buenos Aires: IICA.
- Bruulsema, T., P. Fixen, and G. Sulewski. 2013. "4R de La Nutrición de Las Plantas". *IPNI, Norcross-Estados Unidos*.
- Chaparro, A. M. (2014, October 21). *Sostenibilidad de los sistemas de producción campesina en el proceso de mercados campesinos (Colombia)*. Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones. Retrieved from <http://www.tesisenred.net/handle/10803/283272>
- Cerda, R., Deheuvels, O., Calvache, D., Niehaus, L., Saenz, Y., Kent, J., ... Somarriba, E. (2014). Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. *Agroforestry Systems*, 88(6), 957-981. <https://doi.org/10.1007/s10457-014-9691-8>
- Coronado-Hernández, H. (2015). Sistema de información para el control de procesos en la producción, poscosecha y análisis sensorial de café especial. *Revista Nova*, 1(1), 1-8.

- Cline, Marlin G. 1944. "Principles of soil sampling." *Soil Science* 58 (4). journals.lww.com: 275.
- Hirzel, J. 2008. "Diagnóstico Nutricional Y Principios de Fertilización En Frutales Y Vides." Colección Libros INIA-24. ISSN.
- INTA. (2012). Monitoreo de plagas. In *Aplicación eficiente de fitosanitarios* (pp. 1-16). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Krüger, H. (2006). Recursos naturales y medioambiente. Sostenibilidad del desarrollo agrario, 1-13.
- Palmieri, V., & Rivas, L. (2007). Gestión de información para la innovación tecnológica agropecuaria. *COMUNICA*, 3(2), 17-26. Retrieved from <http://infoandina.mtnforum.org/sites/default/files/publication/files/Glinnovacion07.pdf>
- Pons-Pérez, C., Molina-Concepción, O., Ruiz-Martínez, L., Medero-Vega, V., Sánchez-Socarras, P., & Rojan-Mirón, R. (2016). Las TIC herramientas para contribuir a la extensión agrícola y la innovación rural. *Revista Agricultura Tropical*, 2(1), 77-83.
- Pumisacho, M., & S. Sherwood. 2002. *El Cultivo de La Papa en Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Ripa, P., & Larral, R. (2008). Monitoreo de plagas y registros. In *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (pp. 51-60). Santiago de Chile, Chile: SACH.
- SAGARPA. (2011). *Manual técnico de muestreo de productos agrícolas y fuentes de agua para la detección de organismos patógenos*. México: SENASICA.
- SAGARPA. (2013). *Diseño Conceptual de la Generación de Información Agropecuaria*. Mexico: SAGRAPA. Retrieved from <http://infosiap.siap.gob.mx/opt/estadistica/normatividad/sistema/nsagarpa-siap-verde.pdf>
- Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Piura, Peru: Swisscontact.

- UNL. (1982). Análisis de los datos del sistema de información. In *Agromática* (pp. 1-10). Santa Fe, Argentina: UNL.
- Urcola, M. (2012). Articulación de las "TIC" en el sector agrícola pampeano: la apropiación de la telefonía celular, las computadoras e internet entre los productores de una localidad del sur santafesino. *Revista Temas Y Debates*, 23(1), 73-100.
- USAID/OFDA. (2008). Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades.
- Sadzawka R., A, M.A. Carrasco R., R. Grez Z., M.L. Mora G., H. Flores P. & A. Neaman. 2006. Métodos de análisis de suelos recomendados para los suelos de Chile. Revisión 2006. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Serie Actas INIA N° 34, Santiago, Chile, 164 p.
- Villalba, R. C. (2012). Toma de muestras de suelo. Retrieved May 2, 2018, from <http://articulacionfeyalegriasenaroberto.blogspot.com/2012/10/clase-toma-de-muestra-de-suelos.html>
- Vidal, I. 2007. Fertirrigación, cultivos y frutales. Facultad de Agronomía, *Universidad de Concepción. Chillán, Chile*. 118 pp.
- WCED. (1987). The Brundtland report: 'Our common future.' Oxford University Press.
- Zaccagnini, M. (2015). *Manual de Buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. (M. Zaccagnini, M. Wilson, & J. Oszust, Eds.) (1a ed.). Buenos Aires: PNUD-INTA. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.1652.0724>

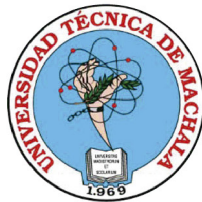
Análisis de Datos Agropecuarios

Edición digital 2017- 2018.

www.utmachala.edu.ec

Redes

Redes es la materialización del diálogo académico y propositivo entre investigadores de la UTMACH y de otras universidades iberoamericanas, que busca ofrecer respuestas glocalizadas a los requerimientos sociales y científicos. Los diversos textos de esta colección, tienen un espíritu crítico, constructivo y colaborativo. Ellos plasman alternativas novedosas para resignificar la pertinencia de nuestra investigación. Desde las ciencias experimentales hasta las artes y humanidades, Redes sintetiza policromías conceptuales que nos recuerdan, de forma empeñosa, la complejidad de los objetos construidos y la creatividad de sus autores para tratar temas de acalorada actualidad y de demanda creciente; por ello, cada interrogante y respuesta que se encierra en estas líneas, forman una trama que, sin lugar a dudas, inervará su sistema cognitivo, convirtiéndolo en un nodo de esta urdimbre de saberes.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

Editorial UTMACH

Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje

www.investigacion.utmachala.edu.ec / www.utmachala.edu.ec

ISBN: 978-9942-24-120-7



9 789942 241207