



Agricultura *smart*: cultivar con "inteligencia"

Ante el avance imparable de las nuevas tecnologías, la agricultura tampoco se puede quedar atrás. En este estudio pongo el foco en un nuevo concepto, la "agricultura *smart*", con base en varias cuestiones: qué es, cuáles son las herramientas que debemos utilizar, cuáles son sus ventajas y cuáles los requisitos que debemos tener en cuenta para obtener los mejores beneficios en nuestros cultivos.

Pablo Amado Carollo

Ingeniero agrónomo. Asesor agronómico de Dekalb

INTRODUCCIÓN

La agricultura surge en Asia Oriental en el periodo denominado Neolítico, hacia el año 8500 a. C. Antes de su aparición, la economía se basaba en la caza y en la recolección. Con su descubrimiento, la humanidad pasa de ser nómada a ser sedentaria, es decir, gracias a ella aparecen los primeros poblados y grupos de población. Desde entonces, sus avances y sus técnicas marcaron el ritmo en la evolución del ser humano y de su calidad de vida. Desde entonces y hasta nuestros días, el porcentaje de población dedicada a la agricultura no ha hecho más que descender, debido a

la cada vez mayor eficiencia del agricultor. Al aumentar la productividad y la eficiencia, cada vez se necesita menos población dedicada a esta actividad, por lo que el resto podía dedicar su tiempo a otras tareas. Es en ese momento cuando aparecen los nuevos oficios (herrerros, carpinteros, etc.). La tendencia a aumentar la productividad del agricultor y a mejorar la eficiencia sigue manteniéndose hasta nuestros días, en pleno siglo XXI. Cada vez el número de trabajadores en la agricultura es menor. Con todo, la producción agrícola aumenta año tras año. En los próximos años continuará mejorando la eficiencia de las explotaciones y de los agricultores, ayudados en gran medida por las nuevas tecnologías.

Se prevé que la población mundial aumente en 2.300 millones de personas entre 2009 y 2050. En las últimas

cuatro décadas, el incremento fue de 3.300 millones. Asimismo, se estima que la demanda comercial de alimentos también seguirá creciendo. Se calcula que la demanda de cereales destinados tanto al consumo humano como animal alcanzarán en el año 2050 los 3.000 millones de toneladas, frente a la cifra actual de 2.100 millones. Esta subida se calcula sin tener en cuenta la posible producción de biocombustibles, muy dependientes del precio de la energía y de las políticas gubernamentales.

Con estas previsiones futuras, el gran reto de la agricultura es poder suministrarle alimento a la creciente población mundial. A medida que la población aumenta, la superficie agrícola útil disminuye (carreteras, edificios, zonas de ocio, jardines, etc.). Además, las normativas ambientales cada vez son más estrictas y menos permisivas con los insumos tanto de fertilizantes como de fitosanitarios.

Ante todas estas perspectivas futuras, cada vez debemos producir más con menos, más alimentos con menos superficie, más kilos con menos fertilizante, más superficie con menos mano de obra, etc.



¿ES NECESARIA UNA "AGRICULTURA SMART"?

En la actualidad, el término *smart* nos acompaña en multitud de herramientas o instrumentos que utilizamos a diario, muchas veces sin apenas percibirnos, como pueden ser el caso de *smart TV*, *smartphone*, neveras inteligentes, lavadoras inteligentes o coches inteligentes incluso con tecnologías para una conducción totalmente autónoma. Estas tecnologías inteligentes no son una moda pasajera, son herramientas que, una vez que las conocemos y empezamos a utilizarlas, nos traen una multitud de avances, oportunidades y, sobre todo, conocimiento, de las cuales ningún usuario quiere desprenderse una vez que las descubre.

La agricultura no puede permitirse el lujo de no aprovecharse de estas nuevas tecnologías. Estamos ante un sector con múltiples variables productivas (laboreo, fertilización, semillas, riego, clima, etc.), en el cual la recomendación más adecuada cambia en cada zona de la parcela y en cada estado de

▶ LOS AGRICULTORES ANIMABAN A SUS HIJOS A ESTUDIAR PARA TRABAJAR FUERA DE LA AGRICULTURA; EN LOS PRÓXIMOS AÑOS VEREMOS CÓMO LOS HIJOS DE AGRICULTORES ESTUDIAN Y SE FORMAN PARA VOLVER AL CAMPO Y DIRIGIR SUS EXPLOTACIONES

desarrollo del cultivo. Por tanto, lo que hasta ahora considerábamos una unidad productiva (en la actualidad solemos considerar cada finca como una unidad productiva), en poco tiempo no va a ser suficiente. Con los grandes niveles de tecnificación que tenemos en la actualidad, para seguir aumentando la eficiencia, necesitamos de nuevas herramientas que nos ayuden a eso y es donde las nuevas técnicas de la "agricultura *smart*" (teledetección, *big data*, inteligencia artificial, etc.) van a ser herramientas tan imprescindibles para el agricultor como lo fueron en su día otros avances, como la tracción mecánica tras la Revolución Industrial.

Estas nuevas herramientas ayudarán en gran medida a mejorar la eficiencia en las explotaciones de aquellos agricultores que las utilicen y marcarán importantes diferencias en la cuenta de resultados de la explotación. La formación del agricultor es clave para manejar correctamente y aprovechar al máximo estas herramientas y, de igual modo que antes veíamos cómo los agricultores animaban a sus hijos a estudiar para trabajar fuera de la agricultura, en los próximos años veremos cómo los hijos de agricultores estudian y se forman para volver al campo y dirigir sus explotaciones. ▶

T6 DYNAMIC COMMAND

PONTE EN MARCHA





MÁQUINA DEL AÑO 2018



NEW HOLLAND T6.175 DYNAMIC COMMAND PowerMix 1.0 RESULT 238 g/kWh

SAQUE EL MÁXIMO PARTIDO EN CUALQUIER LABOR Y AHORRE COMBUSTIBLE GRACIAS A LA NUEVA TRANSMISIÓN DE 8 MARCHAS BAJO CARGA

Resultados test Power Mix 1.0*

Modelo	Consumo medio de combustible (g/kWh)
New Holland T6.175 Dynamic Command Tier 4B	258
A) Competidor Tier 4B	282
B) Competidor Tier 4A	291

Consumo hasta un 9% inferior*

Ahorro de combustible: hasta 1.500 € cada 750 horas de trabajo*

*Cálculos realizados en base al test DLG Power Mix independiente teniendo en cuenta un coste de 0,8 €/l de gasoil, trabajando 750 horas al año y considerando un consumo un 9% inferior con respecto a test DLG de tractores de 4 cilindros publicados. Datos facilitados por fuentes externas e independientes: informes de los test DLG y revista Profi Reino Unido, revista de maquinaria agrícola



¿QUÉ ES LA AGRICULTURA SMART O AGRICULTURA INTELIGENTE?

Intentar resumir en la misma frase dos términos tan complejos como son 'agricultura' e 'inteligencia' resulta, cuando menos, difícil. Según la Real Academia Española, el significado de esta última es "la capacidad de entender o comprender". Por su parte, la Wikipedia la define como "la capacidad de generar información nueva combinando la que recibimos del exterior con aquella de la que disponemos en nuestra memoria".

De una manera rápida, podemos definir 'agricultura inteligente' como el conjunto de técnicas, herramientas y decisiones que nos permiten optimizar cada metro cuadrado de nuestra parcela, es decir, nos permite maximizar el beneficio de cada metro cuadrado de superficie cultivada. Esta última aclaración es importante y conviene no confundirla con maximizar la producción de cada metro cuadrado, ya que la máxima producción y el máximo beneficio de vez en cuando coinciden. Normalmente, el óptimo económico se da con niveles de producción inferiores al máximo de producción, por tanto, cuando hablamos de una agricultura *smart*, buscaremos ante todo el óptimo económico.

► PODEMOS DEFINIR LA 'AGRICULTURA INTELIGENTE' COMO EL CONJUNTO DE TÉCNICAS, HERRAMIENTAS Y DECISIONES QUE NOS PERMITEN OPTIMIZAR CADA METRO CUADRADO DE NUESTRA PARCELA, ES DECIR, NOS PERMITE MAXIMIZAR EL BENEFICIO DE CADA METRO CUADRADO DE SUPERFICIE CULTIVADA



Quad con antena GPS y medidor de resistividad



Quad con antena GPS y medidor de resistividad 1

EL PRIMER PASO DE LA AGRICULTURA INTELIGENTE: MAPEO DE SUELOS

El primer paso de la agricultura *smart* es tan sencillo como conocer el suelo sobre el que sembraremos nuestro cultivo. Tradicionalmente, estamos acostumbrados a hablar de si el potencial productivo de una parcela es bajo, medio o alto y tratamos cada parcela como una única unidad productiva, es decir, si la dimensión de la parcela es 1 ha consideramos esa ha como una unidad productiva y las labores, fertilizantes, tratamientos y densidad de siembra de esa ha serán constantes.

Al hablar de precisión, tratamos cada palmo de suelo de forma diferente y adecuamos tanto la fertilización como la densidad de siembra e incluso los tratamientos al potencial de ese metro de suelo.

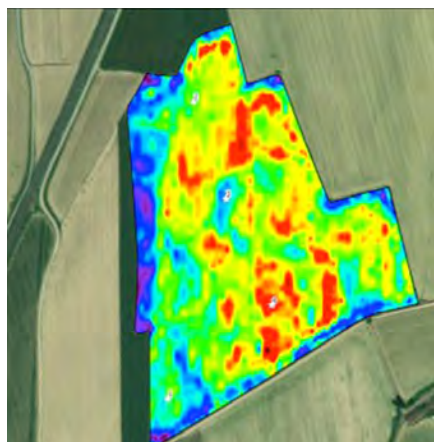
La base de la agricultura *smart*: cartografía de suelos

La cartografía de suelos es un concepto innovador que proporciona un mapa de suelo único y datos de campo que permiten el uso de equipos con sistemas de cartografía GPS y el empleo de siembra a dosis variable.

La densidad de siembra variable basada en mapas de suelo es una innovadora tecnología que nos permite decidir qué semilla plantar en función de las características del suelo y de las prácticas agronómicas de la finca. Así, en las zonas donde la planta de maíz responde bien, podemos incrementar

la densidad de siembra para obtener una producción más elevada. La cartografía de suelos también posibilita identificar las zonas de bajo rendimiento para tratarlas de una forma diferenciada. En estas zonas, las posibilidades y actuaciones son mayores aún que en las zonas de alto rendimiento. Una de las primeras acciones a realizar puede ser reducir aportes de fertilizante y reducir la densidad de siembra, con lo cual ya estamos mejorando su rendimiento económico en las zonas de bajo rendimiento. Además de este ahorro de *inputs*, también podemos corregir carencias o deficiencias de nutrientes (fósforo, calcio) mediante fertilización variable o incluso materia orgánica mediante aportes de purín o abono para elevar el potencial productivo de estas zonas. Empleando las prácticas agronómicas adecuadas en estas zonas de suelos más pobres, podremos mejorar la fertilidad, lo que en un futuro nos permitirá emplear mayor dosis de siembra y alcanzar un rendimiento óptimo.

La cartografía de suelos le permite al agricultor tomar mejores decisiones de gestión. Esto incluye la elección de la densidad de siembra en función de los parámetros de suelo, la gestión variable de la fertilización, las condiciones de tempero del suelo para poder elegir el mejor momento para realizar las labores del campo y la obtención de cálculos precisos del balance hídrico del suelo para poder estimar las necesidades de riego del cultivo. ►►



Mapa de resistividad a partir de la cual obtenemos la textura del suelo

La cartografía de suelos, un requisito necesario para la agricultura de precisión *smart*

La cartografía de suelos comienza con la valoración de zonas homogéneas de suelo mediante la elaboración de mapas con resistencia eléctrica continua, usando instrumentos especializados.

El dato más importante que nos proporcionan es, sin duda, la textura del suelo (% arena, % limo y % arcilla), ya que de ella depende en gran medida su potencial productivo; asimismo, de ella va a depender la cantidad de fertilizante que podemos aplicar, así como la capacidad de retención de ese suelo. Lo mismo ocurre con la cantidad de agua, no tiene la misma capacidad de retención un suelo arenoso que uno limoso. La textura está compuesta por arena, limo y arcilla, así que difícilmente la vamos a poder modificar. Este mapa de textura es la base de toda la agricultura *smart* y, como la textura de suelo no varía, podemos utilizar este mapa para los próximos años. Otros datos también importantes que obtenemos son el contenido de materia orgánica, la porosidad o capacidad de retención de agua, el contenido de humedad, la compactación, el pH del suelo, etc. Todos estos datos se obtienen de forma georreferenciada.

La resolución más utilizada en la actualidad en fincas comerciales es 12*12 metros, a más resolución mayor precio tiene la realización de estos mapas.

Trabajando con resoluciones de 12*12 obtenemos un dato o un píxel cada 144 metros cuadrados, es decir, tenemos 69 píxeles por ha, lo que significa que en cada ha podemos hacer

69 recomendaciones o prescripciones de siembra diferentes.

PRESCRIPCIÓN DE SIEMBRA

Después de obtener el mapa de suelo georreferenciado, el siguiente punto a realizar es la prescripción de siembra. El asesor agrónomo o la empresa encargada de realizar dicha prescripción realiza la clasificación de suelos en distintos tipos. Normalmente, esta clasificación se resume a cuatro tipos de suelos, en función de su potencial productivo. Podemos aumentar el número de tipos de suelo que queremos, pero cuanto mayor sea esta clasificación mayor será el tiempo necesario para realizar las prescripciones de siembra, por tanto, para no perder eficiencia es frecuente trabajar con cuatro tipos de potencial de suelo. A cada tipo de suelo se le asigna un potencial productivo y un rendimiento óptimo según el cual se deciden las cantidades de nutrientes a aportar y la densidad de siembra adecuada para cada híbrido.

Otro actor fundamental en la agricultura *smart* son las casas comerciales de semillas, que deben cambiar la visión en el desarrollo de los nuevos híbridos de maíz y dejar de vender simplemente un híbrido que sea bueno en una condición de cultivo. Ahora estas casas deben vender soluciones agronómicas (recomendaciones concretas para cada híbrido y para cada tipo de suelo) y deben emplearse más a fondo en el desarrollo de producto, ya que le deben

proporcionar al asesor agrónomo los datos necesarios para realizar las prescripciones de siembra oportunas.

El conocimiento de cada híbrido debe ser exhaustivo para poder dotar la solución “híbrido + agronomía” de datos suficientes para obtener el mayor beneficio en cada una de las condiciones de cultivo y correlacionarlas con cada una de las clasificaciones de suelo realizadas por el asesor agrónomo.

¿QUÉ VENTAJAS TIENE LA DOSIS DE SIEMBRA VARIABLE PARA EL AGRICULTOR?

La dosis de siembra variable puede ayudarnos a ahorrar *inputs* en semilla, cuando la recomendación sea reducir la dosis de siembra y aumentar la producción, cuando la recomendación sea aumentar la densidad para obtener mayores producciones y mejorar la rentabilidad.

Las curvas de respuesta a la densidad son específicas para cada híbrido:

Híbridos con baja respuesta a la densidad de plantación: ofrecen una solución de híbridos flexible; aportan rendimientos estables en diferentes condiciones.

Híbridos con alta respuesta a la densidad de plantación: funcionan extraordinariamente bien con el concepto de dosis de siembra variable y aportan una buena resistencia al encamado y a enfermedades foliares y de mazorca, incluso a altas densidades de plantación. »

Gráfico 1. Curvas de producción de un híbrido sembrado a cinco densidades diferentes y para cada tipo de suelo

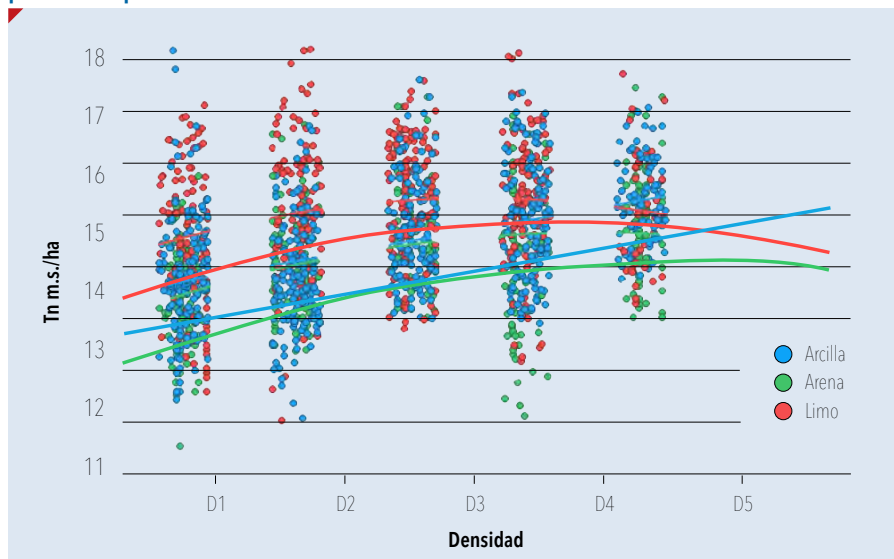
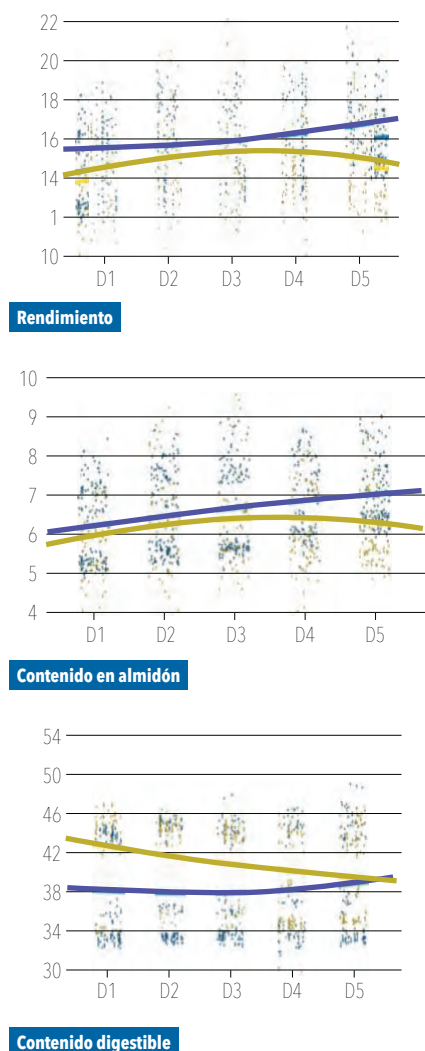


Gráfico 2. Calidad de 2 híbridos para cada una de las cinco densidades de siembra



SIEMBRA DE PRECISIÓN

Sea cual sea el equipamiento tecnológico de nuestro equipo de siembra (mecánicas, neumáticas, densidad variable, etc.), siempre debemos hacer una minuciosa puesta a punto de la máquina y no caer en el error de que, al disponer la sembradora de tecnología suficiente para realizar una siembra de precisión, no es necesaria esta tarea.

Hasta un 50 % de la producción final de maíz está condicionada por la siembra:

- Mantenimiento de la sembradora
- Siembra de la semilla
- Ajuste de la densidad
- Ajuste de la sembradora
- Ajuste de la profundidad de siembra

a) Comprobar la presión de los neumáticos: en las modernas sembradoras variables, esta comprobación tiene menos importancia, ya que carecen de sistemas de tracción mecánica. Cada cuerpo de siembra va provisto de un motor eléctrico que va variando la velocidad de rotación y, por tanto, la distribución de semillas en función de la velocidad de avance de la sembradora. Esta velocidad de avance es medida mediante antena GPS o, en su defecto, mediante señal del radar del tractor.

En el resto de las sembradoras convencionales, utilizan una o varias ruedas motrices, que accionan una serie de engranajes mecánicos (incluida una caja de cambios) hasta los discos de siembra. Debemos comprobar regularmente la presión de estas ruedas motrices, ya que, si la presión no es la adecuada, la distancia entre semillas no se corresponderá con la configuración del cuadro de distancias y no se respetará la densidad de siembra. Una variación de 100 g/cm² equivale a una variación de 1.000 semillas/ha.

b) Regulación de la succión: comprobar la velocidad de la turbina, así como la tensión y el desgaste de la correa.

c) Regulación del selector (a menudo el gran olvidado): comprobar que en cada agujero del disco va una sola semilla, evitando que lleguen a sembrarse dobles o triples semillas (selector muy abierto) o faltas de semilla (selector muy cerrado).

d) Control de desgaste de los discos: si el surco está mal formado, la siembra será más superficial y la profundidad de siembra será menos uniforme.

SIEMBRA VARIABLE Y ENSILADO

Cuando hablamos de maíz para grano, tenemos dos variables fundamentales que son la producción y la humedad. El grano es producto final, vendido a un precio fijado por el mercado y cuantos más kg produzca en una parcela, más aumentamos los ingresos:

Ingresos (€) = producción (t) * precio (€/t).

Al hablar de maíz silo, esta ecuación no es válida, ya que entra en escena un parámetro sumamente importante en todo maíz destinado a silo, que es la calidad.

El ensilado es un producto destinado a alimentar ganado, fundamentalmente vacuno. Por tanto, para hablar de

▶ LA DENSIDAD DE SIEMBRA VARIABLE BASADA EN MAPAS DE SUELO ES UNA INNOVADORA TECNOLOGÍA QUE NOS PERMITE DECIDIR QUÉ SEMILLA PLANTAR EN FUNCIÓN DEL SUELO Y DE LAS PRÁCTICAS DE LA FINCA

ensilado es necesario conocer el funcionamiento del aparato digestivo de los animales que lo van a consumir. El ganado vacuno es un animal rumiante. Los rumiantes se caracterizan por realizar la rumia, es decir, primero consumen el alimento hacia la panza y después lo vuelven a masticar.

El aparato digestivo de los rumiantes está dividido en cuatro cavidades (por eso también se les llama poligástricos):

- Rumen o panza
- Retículo
- Omaso
- Abomaso o cuajar

El rumen o panza está unido al retículo y es donde los microorganismos presentes (bacterias, hongos y protozoos) fermentan los alimentos que pueden utilizar. Los poligástricos tienen la capacidad de digerir las fibras vegetales (celulosa y hemicelulosa).

El objetivo de la rumia es reducir el tamaño de las partículas fibrosas para facilitar su paso al resto del tracto gastrointestinal y seguir con la digestión y posteriormente expulsarlos al exterior los restos de los productos de la digestión y la porción de fibra lignificada (lignina), esta porción de fibra resulta indigestible, incluso para los rumiantes.

Los valores medios de fibra de un ensilado de maíz suelen estar entre el 40 y el 47 % de FND, es decir, casi la mitad de nuestro ensilado van a ser fibras. De esta cantidad, no todas son digestibles, la digestibilidad de la fibra (D-FND) varía desde el 45 % hasta valores próximos al 70 %.

La importancia práctica de la agricultura *smart* al ensilado nos viene tanto por la parte cuantitativa (aumento de producción) como por la parte cualitativa (aumento de la calidad del ensilado). ▶▶

De igual modo que al hablar de maíz grano, al aumentar la producción en las zonas de alto potencial de la finca (manteniendo la calidad) mejoramos el beneficio de la explotación. En las zonas de bajo potencial, al utilizar densidad variable y adaptar esta al potencial de la zona, mantenemos la producción con menos densidad, mejorando la calidad del posterior ensilado. Este aumento de la calidad nos viene dado por la mejora en los siguientes parámetros:

Stay green: las plantas se mantienen más verdes en el momento de la cosecha, factor clave para un correcto compactado del silo y su posterior conservación.

Almidón: al adaptar la densidad al potencial de la zona, la proporción grano/planta aumenta, incrementando así el porcentaje de almidón del silo.

D-FND: en las zonas de bajo potencial, al reducir la densidad de siembra contribuimos a reducir el estrés de la planta. Una planta menos estresada sufre menos y se lignifica menos, aumentando así su digestibilidad (D-FND).

Por tanto, las ventajas de la agricultura de precisión o agricultura *smart* en ensilado son dobles, ya que obtenemos beneficios tanto cuantitativos como cualitativos.

LA INTELIGENCIA DURANTE EL CULTIVO. IMAGEN SATELITE

La teledetección presenta una serie de ventajas frente a otros medios de observación más tradicionales, aunque no trata de sustituirlos sino más bien de complementarlos. La teledetección, y más en concreto la teledetección espacial, constituye la única fuente de datos de cobertura global sobre la superficie de la tierra, al disponer de satélites que realizan una cobertura exhaustiva y homogénea sobre la superficie de la tierra.

Mediante las imágenes satélite, podemos disponer de importante información en cada una de las zonas de la finca.

Con el índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) podemos ver las zonas de la finca donde las plantas están sanas y presentan una buena actividad fotosintética y aquellas otras donde la planta está estresada. La fórmula del NDVI es la siguiente:

$$NDVI = \frac{(IRC - R)}{(IRC + R)}$$

Donde R es la banda del rojo e IRC es la banda del infrarrojo próximo de

la imagen en concreto para la que queremos hacer este cálculo.

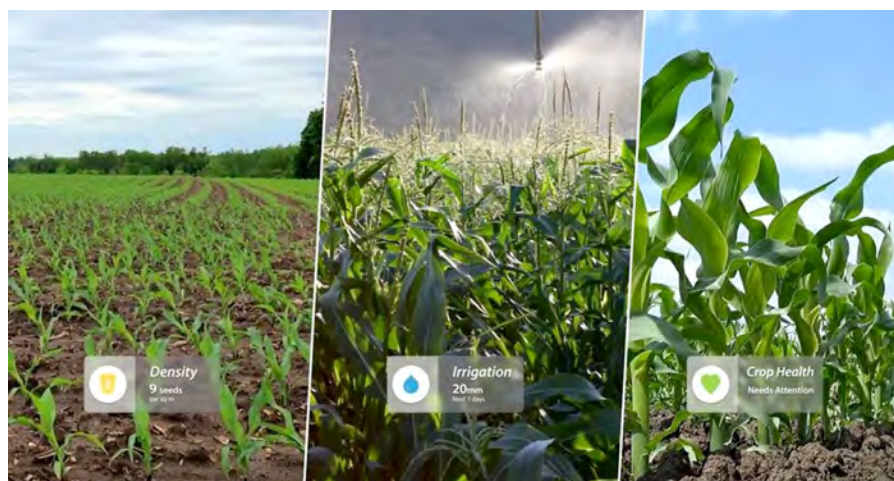
Los valores altos de este índice se corresponden con vegetación muy activa fotosintéticamente (valores bajos de R por la absorción de los pigmentos fotosintéticos) y con gran desarrollo de estructuras vegetativas (valores altos de IRC por la gran reflectancia de las estructuras vegetativas en esta zona del espectro).

Durante el ciclo del cultivo, todo agricultor puede beneficiarse del uso de imagen satélite. Existen en el mercado aplicaciones para móviles o PC, por ejemplo Dekalb Smart, que nos permiten visualizar nuestros campos a lo largo del cultivo y nos proporcionan valiosa información:

Mapa de salud del cultivo

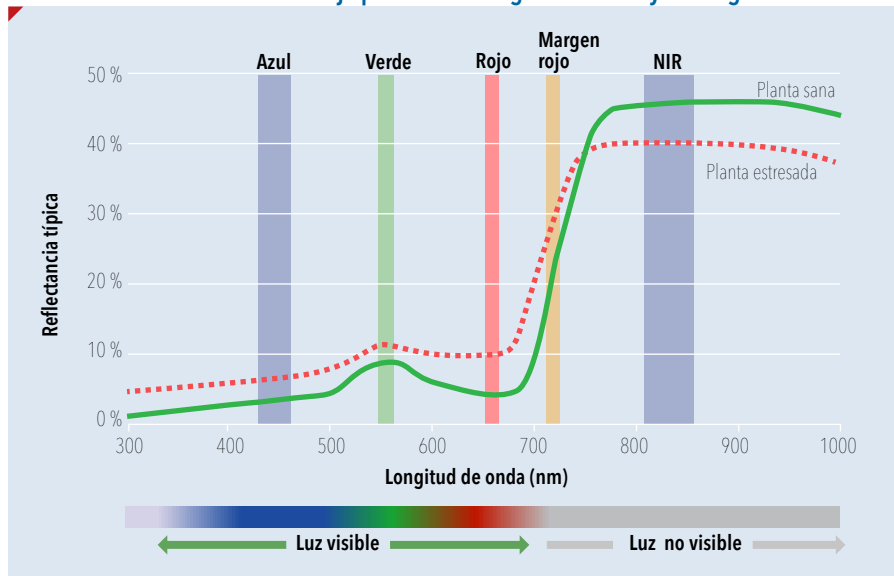
Mediante los mapas de salud del cultivo podemos identificar las zonas de la parcela donde tenemos un problema. Al tener este mapa de forma georreferenciada nos permite situarnos en la zona de la finca donde la aplicación nos está diciendo que hubo un problema para así identificar su causa:

- Falta de planta: ataque de jabalí, mala germinación por compactación del suelo, etc.
- Ataque de insectos: *Spodoptera*, *Mytinma*, etc.
- Enfermedades provocadas por hongos: *Fusarium*, *Helminthosporium*, etc.
- Estrés hídrico
- Fitotoxicidad ►►



Aviso de las app Dekalb Smart y Dekalb Smart Irrigation

Gráfico 3. Reflectancia del infrarrojo próximo con vegetación sana y con vegetación estresada



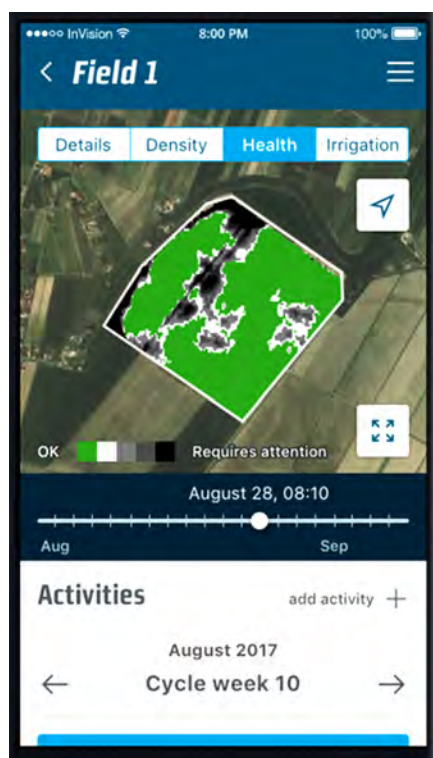


Imagen del mapa de salud del cultivo

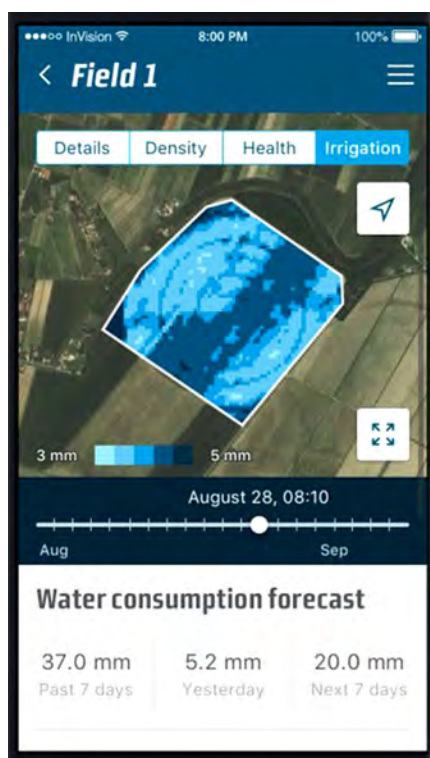


Imagen del consumo de agua

La gran ventaja de esta visualización es que nos permite identificar las zonas de la parcela donde tuvimos algún problema y realizar las acciones necesarias para solucionarlos, en caso de que el problema tenga solución en este año, o tener en cuenta ese problema observado en cada zona para intentar solucionarlo nos próximos años.

Mapa de uso de agua

En las zonas donde es necesario regar el maíz, el riego puede suponer hasta un tercio de los costes de producción. Existen herramientas, por ejemplo Dekalb Smart Irrigation, que nos permiten ver de forma clara el consumo de agua de riego y la previsión de precipitaciones para lo próximos siete días, además de recomendarnos el agua exacta necesaria cada semana, evitando situaciones de estrés hídrico y evitando también excesos de riego.

Estas herramientas nos permiten acceder al historial de imágenes, por lo que podremos visualizar en cualquier momento imágenes pasadas para poder ver el inicio del problema.

PICADO VARIABLE Y MEDICIONES DURANTE EL PICADO

El picado del forraje es un proceso de suma importancia, en el cual la toma de decisiones será clave para sacar el máximo partido al forraje.

La primera decisión que hay que tomar es elegir el momento de cosecha más adecuado. Cada híbrido de maíz tiene su propio momento, que fundamentalmente varía en función de los siguientes parámetros:

Stay Green a final de ciclo, ya que la senescencia de cada híbrido es diferente. Así, el uso de híbridos con buena sanidad y buen *Stay Green* a final de ciclo nos va a permitir un abanico de días adecuados para cultivar más amplio frente a híbridos con una senescencia más rápida.

Relación mazorca/planta. Cuanto mayor sea esta relación, antes podremos cultivar el híbrido, ya que antes se alcanzará un contenido adecuado de almidón en el ensilado. El porcentaje de materia seca de la mazorca es superior al del resto de la planta. Así, los híbridos altos y con mazorca pequeña debemos esperar para cultivarlos más que un híbrido con mazorca grande y poca altura de planta.

► EL CONOCIMIENTO DE CADA HÍBRIDO DEBE SER EXHAUSTIVO PARA PODER DOTAR A LA SOLUCIÓN "HÍBRIDO + AGRONOMÍA" DE DATOS SUFICIENTES PARA OBTENER EL MAYOR BENEFICIO

Una vez definido el momento de cosecha, la siguiente decisión que debemos tomar es la longitud de picado. De igual modo que en cada zona de la finca cambia la densidad de siembra en función del potencial del suelo, con la longitud de picado ocurre lo mismo. A medida que aumenta el contenido en materia seca en la planta de maíz, debemos disminuir la longitud de picado por tres motivos:

Ausencia de aire en las partículas: a medida que el contenido en materia seca de la planta aumenta, baja el contenido de humedad de esta, siendo ocupado este espacio por aire y oxígeno. Cuanto mayor sean las partículas de maíz (longitud de picado más largo), más aire acumularemos en el ensilado, con los efectos negativos que esto acarrea.

Selección de alimento en el comedero: en silos de maíz picados largos y con contenidos de materia seca superiores a 35 % es frecuente observar rechazos de alimento en el comedero. Estos se corresponden a las partículas más largas, por lo que el contenido en fibra efectiva de la ración no se va a corresponder con la fibra efectiva realmente ingerida por la vaca.

Procesado de grano: a medida que aumenta la materia seca en la planta de maíz, también aumenta la vitrosidad del grano. Cuanto más vítreo esté, mayor debe ser su procesado, siendo necesario romperlo en partículas más pequeñas que un grano en estado más pastoso. Si la longitud de picado es larga, las partículas del resto de la planta van a actuar como colchón del grano durante el paso por los machacadores de la picadora. ►►

► ESTA INFORMACIÓN CUALITATIVA ES FUNDAMENTAL, YA QUE TANTO EL COMPRADOR COMO EL VENDEDOR PUEDEN CONOCER LA CALIDAD DEL PRODUCTO AL INSTANTE Y FIJAR UN VALOR MÁS JUSTO

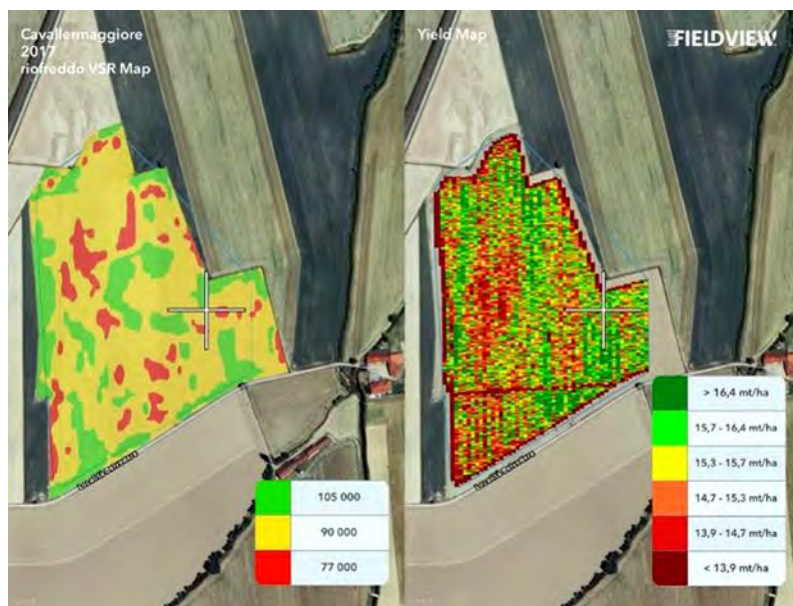
Por tanto, la longitud de picado de la planta de maíz debe ir en relación con el contenido en humedad de la masa de forraje, disminuyendo la longitud de picado a medida que disminuye el contenido en humedad.

Las picadoras más modernas pueden venir equipadas con sensores para medir la humedad y la calidad del forraje. En el tubo de descarga de la máquina puede instalarse un sistema de medición basado en la tecnología del infrarrojo próximo (NIRS), con esta tecnología podemos saber en tiempo real la calidad nutritiva del forraje que estamos picando. En el caso del maíz los parámetros que podemos obtener son:

- Humedad
- FAD
- FND
- Almidón
- Proteína

El forraje es medido hasta 17 veces por segundo y, al momento, podemos disponer de la calidad nutritiva del ensilado con las ventajas que esto lleva.

Estas picadoras permiten variar la longitud de picado en función de la humedad del forraje, de forma que esta longitud será mayor cuanto más humedad tenga el forraje y menor cuanto menos humedad tenga este.



La gran ventaja de este picado variable en función de la humedad consiste en la medición de la humedad en tiempo real y la variación de la longitud de picado en tiempo real, de forma que la longitud de picado es la óptima para cada una de las zonas de la parcela, adaptado al contenido de humedad de cada una de estas zonas. Una longitud de picado correcta puede mejorarnos la conservación del ensilado en hasta un 25 %, al evitar pequeñas bolsas de aire en el ensilado cuando picamos partículas gruesas con materia seca alta.

Al disponer de los parámetros descritos anteriormente, podemos manejar el forraje de forma diferenciada, es decir, podemos realizar un silo con el forraje de mejor calidad y otro silo con forraje de menor calidad (para vacas secas, novillas o lotes de baja producción). También para la compraventa de forraje esta información cualitativa es fundamental, ya que tanto comprador como vendedor pueden conocer la calidad del producto al instante y fijar un valor más justo del producto comercializado.

Otra ventaja que aportan estas mediciones es a la hora de la compra de materias primas; una vez finalizado el silo de la explotación, sabemos las toneladas de forraje de las que disponemos y su calidad, con lo cual también podemos hacer previsiones muy exactas de las materias primas que necesitamos y cerrar la compra de estas de forma anticipada.

MAPA DE COSECHA

Todos los datos del apartado anterior pueden ser proporcionados de forma georreferenciada en lo que llamamos mapa de cosecha. La picadora ve equipada con antena GPS y va grabando lo que va cultivando, dándonos información de la producción y de las cantidades en cada una de las zonas de la finca.

La picadora de forraje puede darnos el mapa de cosecha georreferenciado con el contenido en humedad en cada una de las zonas de la finca y así podemos conocer la producción, medida en kilogramos o toneladas de materia seca por hectárea. Los nutrientes que el maíz extrae para su desarrollo son directamente proporcionales a la producción de materia seca, entonces si conocemos esta producción sabemos también la cantidad de nutrientes extraídos en cada zona, por lo que podemos realizar ajustes más precisos tanto en la dosis de fertilizante como de la densidad de siembra.

Por tanto, para cada zona de la finca podemos sobreponer los distintos mapas (mapa de textura de suelo, mapa de fertilización, mapa de cosecha...) y las imágenes satélites a lo largo de todo el ciclo de cultivo. De este modo, tendremos un conocimiento preciso en cualquier estado de desarrollo del maíz. ■