



**Universidad de San Andrés**

**Escuela de Administración y Negocios**

**Licenciatura en Administración de Empresas**

**“Aspectos de administración empresarial aplicados en un negocio agrícola”**

**Autor: Santiago Ameriso**

**Legajo: 15004**

**Mentor: María Fernanda Tamborini**

**Buenos Aires, 2018**



Universidad de  
**San Andrés**

**Universidad de San Andrés**  
**Departamento**  
**Licenciatura en Administración de Empresas**

**“Aspectos de administración empresarial aplicados en un negocio agrícola”**

*El proceso de control sobre el suelo agrícola para la consecución de las estrategias de un negocio agrícola*

**Autor: Santiago Ameriso**

**Legajo: 15004**

**Mentor: María Fernanda Tamborini**

**Orientación técnica de agronomía: Ingeniera Agrónoma María Augusta González**

**Buenos Aires, diciembre 2018**

# Índice

|   |    |
|---|----|
| <b>1) Introducción</b> .....  | 3  |
| 1.1) Objetivos del trabajo de licenciatura original .....   | 3  |
| 1.2) Problemática y justificación del enfoque .....   | 3  |
| 1.3) Objetivo del presente capítulo .....   | 4  |
| 1.4) El control de gestión: marco teórico .....   | 5  |
| <b>2) Controles a la capacidad productiva del suelo agrícola</b> .....  | 12 |
| 2.1) El esquema de control aplicado a la capacidad productiva de un suelo agrícola.....                                       | 12 |
| 2.2) Esquema de control para los componentes físicos .....  | 14 |
| 2.3) Esquema de control para los componentes biológicos.....  | 19 |
| 2.4) Esquema de control para los componentes químicos.....  | 26 |
| <b>3) Adaptación de los controles físicos, biológicos y químicos al Balanced Scorecard de un negocio agrícola</b> .....       | 31 |
| <b>4) Conclusiones</b> .....  | 34 |
| <b>Bibliografía</b> .....   | 36 |
| <b>Anexo I:</b> Resumen de correcciones de corto y largo plazo a limitantes de la productividad de los suelos agrícolas ..... | 37 |

# 1) Introducción

## 1.1) Objetivos del trabajo de licenciatura original

El trabajo de licenciatura para la carrera de Contador Público se desarrolla en el año 2009 y su foco es el análisis de los suelos agrícolas desde una óptica contable. En el mismo se dimensiona la importancia del suelo agrícola como factor de producción, se analiza cómo este factor puede verse degradado y se detallan e interpretan las normas contables aplicables a la actividad agrícola; con un foco específico al tratamiento contable del suelo agrícola. De dicho trabajo se concluye lo siguiente:

- Que los suelos destinados a la actividad agrícola, como factor de producción, se exponen a pérdida de capacidad productiva como consecuencia de su degradación; la cual se clasifica en degradación física, biológica o química
- Que la contabilidad patrimonial aplicable a la agricultura, como fuente de información para la toma de decisiones, puede alertar acerca de la degradación de los suelos de aplicarse Normas Contables Profesionales. Las Normas Contables Internacionales, por otro lado, pueden reflejar la realidad de la condición productiva del suelo agrícola siempre y cuando el valor de mercado del mismo tenga una correlación directa con su capacidad productiva (lo cual no siempre es el caso)

## 1.2) Problemática y justificación del enfoque

La problemática que se plantea en este capítulo no difiere de la planteada en el trabajo de licenciatura anterior; aunque la misma se aborda desde otra perspectiva. A medida que transcurren los años se hace cada vez más evidente el impacto negativo del Hombre sobre el medioambiente; entre otras tantas señales de advertencia pueden mencionarse a modo de ejemplo el calentamiento global, cambios en el régimen climático de ciertas regiones, la sorprendente cantidad de material plástico invadiendo los océanos (material que es moneda corriente en el día a día de todo ser humano) y la aparición de fenómenos climáticos sin precedentes. La tierra, como recurso natural indispensable para soportar vida, no es ajena a

estos impactos dado que es susceptible de degradación a raíz de la incidencia directa del Hombre. Los efectos negativos sobre este recurso no solo se encuentran en el ámbito agropecuario sino que todo el planeta se encuentra a la merced del tratamiento que el Hombre le dé: desde la industria minera hasta en áreas urbanas en donde se vierten residuos y modifican las condiciones originales del suelo mediante la construcción.

Mientras en que en el trabajo de licenciatura anterior se analiza esta problemática desde el enfoque de la información contable; en esta oportunidad abordaremos la problemática desde la perspectiva de la administración empresarial. Con el enfoque contable se obtiene información de las condiciones productivas en un momento determinado (estática), desde la óptica de la administración empresarial y control se analiza la posibilidad de acceder a información de la capacidad productiva del suelo agrícola en forma dinámica con la finalidad de contar con margen de maniobra para realizar correcciones que den lugar a la obtención de las metas planteadas.

### 1.3) Objetivo del presente capítulo

En línea con la sección anterior y siendo más específicos; en el presente capítulo se busca articular la problemática tratada en el trabajo anterior con el control de gestión. Aunque abordaremos este concepto en detalle más adelante; en esencia el control de gestión es *“una herramienta de apoyo a la dirección de empresas, la que por medio de información generada periódicamente permite conocer qué está ocurriendo en las áreas, divisiones o negocios que se consideren fundamentales”* (Rivera, 2018). Desde la óptica de un negocio agrícola puede decirse que uno de las áreas fundamentales a considerar para el éxito de la organización es la maximización de la producción y la salud de los suelos juega un rol importante para alcanzarlo. Un suelo en condiciones saludables es aquel que se encuentra en óptimas condiciones para soportar y desarrollar vida.

En cuanto al enfoque de este capítulo se busca analizar el factor de producción tierra desde la óptica del control de gestión. Aclarar que el enfoque es acotado es importante dado que el control de gestión es un proceso administrativo abarcativo que involucra el análisis

holístico de todos los aspectos críticos que dan lugar a la consecución de sus objetivos organizacionales. Es por ello que se dejarán de lado otros aspectos de igual o mayor importancia que deben de contemplarse al momento de aplicar el control de gestión en un negocio agrícola; como pueden, entre tantos otros, los aspectos financieros y operativos.

Aunque se desarrollará el concepto más adelante en estas instancias el Balanced Scorecard (también llamado Cuadro de Mando Integral – CMI o Tablero de Mando) puede describirse como la herramienta que se utiliza para el control de gestión en las organizaciones. Su función es la de cuantificar y monitorear las variables que dan lugar a la obtención de los objetivos fijados por una organización. Se define como una herramienta dado que la finalidad del control de gestión es analizar la implementación de las estrategias por lo que el Tablero de Mando es un componente que contribuye en el proceso. Dado el enfoque de este capítulo se analizará el Tablero de Mando únicamente desde la óptica del suelo agrícola como factor de producción.

Ya definido el concepto de control de gestión a grandes rasgos, el rol del Tablero de Mando dentro del proceso de control de gestión y el enfoque de este capítulo; los objetivos del mismo son:

- i) Demostrar que la capacidad productiva del suelo puede medirse y monitorearse
- ii) Demostrar que la capacidad productiva del suelo, dada su relevancia para la consecución de los objetivos de un negocio agrícola, puede y debe incorporarse al proceso de control de gestión de un negocio agrícola

#### 1.4) El control de gestión: marco teórico

El control de gestión se ubica dentro del marco de la administración empresarial; cuya definición extendida es: *“La administración es un proceso de cambio permanente, donde se busca cómo manejar en la forma y en el tiempo la interacción de los recursos humanos, materiales y tecnológicos para posibilitar la generación de un mayor valor para la organización y su contexto, para lo cual se busca encontrar metodologías de*

*concatenación de los procesos internos, de forma de generar la innovación y cambio, de cómo lograr la satisfacción del cliente, el éxito financiero del ente y el mayor beneficio social o del contexto, entre algunas de las características que podríamos citar de un entorno esencialmente dinámico, donde el cambio es el motor de las decisiones.”* (Rodríguez Rodríguez, 2006:14). En ese sentido el control de gestión es una pieza clave dentro de la administración dado que es el proceso que debe medir y monitorear las iteraciones de recursos cuya finalidad es la de generar la mayor valor agregado posible para la organización. Tal como se menciona en la sección anterior el control de gestión va más allá del mero control de los resultados de las iteraciones de los recursos dado que analiza la implementación de las estrategias de la organización. En ese sentido y tal como indica Ernesto Mario Rodríguez *“el proceso de control es una iteración permanente de diferentes pasos, que se inicia una vez definidas las estrategias, pero en la que el proceso natural del control puede llegar hasta la modificación de alguna de las estrategias definidas”* (Rodríguez Rodríguez, 2006:18). Dicho autor define el proceso de implementación de las estrategias como “el proceso de control” y dado el enfoque de este capítulo; se analizará dicho proceso desde la óptica del suelo agrícola como factor de producción.

Dentro del proceso de control existen mecanismos para medir y monitorear las iteraciones de los recursos de una organización que se definen como controles; los mismos contemplan 4 aspectos que buscan: i) determinar las características o condiciones a medir, ii) determinar mecanismos o métodos de medición, iii) determinar qué o quién va a controlar las mediciones y iv) determinar un mecanismo corrector/remediador en caso que las mediciones se desvíen de los niveles deseados/planeados. Estos elementos combinados conforman lo que se denomina esquema de control y llevado a la práctica puede ejemplificarse con la medición de la temperatura del motor de un automóvil: i) se determina la temperatura del motor como variable a medir, ii) se expone un termómetro en el tablero de control del automóvil, iii) quién controla en este caso es el conductor y iv) los posibles mecanismos correctores en caso de señales de sobrecalentamiento puede ser el encendido del ventilador, agregar agua al radiador o simplemente apagar el motor. El esquema de control se resume de la siguiente manera:

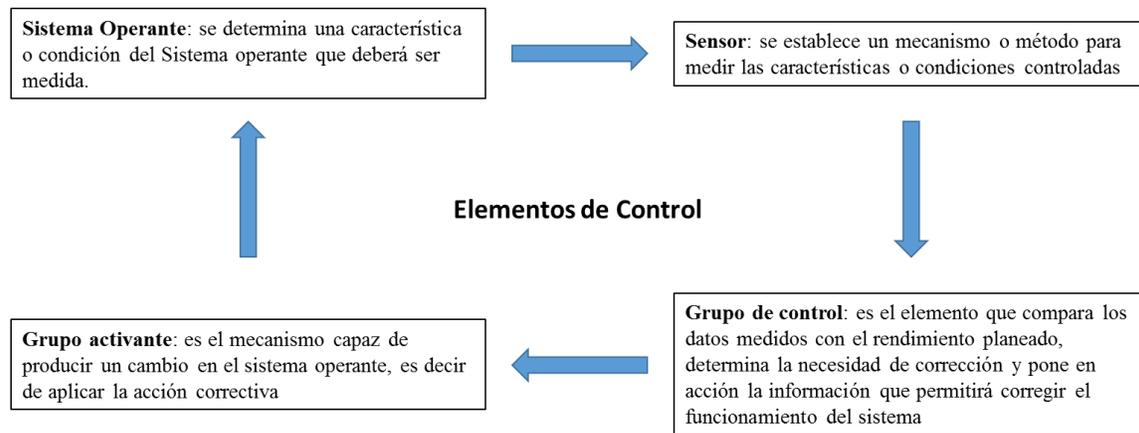


Figura 1. Esquema de control. Fuente: Cómo medir la gestión (2006:16).

El esquema de control aplicado a la capacidad productiva del suelo agrícola involucra i) definir las factores críticos que afectan la capacidad de producción de los suelos agrícolas (sistema operante), ii) detallar cómo dichos factores pueden medirse y monitorearse (sensor), iii) definir quién va a controlar/monitorear las factores a medir (grupo de control), y iv) definir medidas correctivas posibles en caso que las mediciones de los factores críticos no sean las esperadas (grupo activante).

Volviendo a la definición de Balanced Scorecard o Tablero de Mando; esta herramienta no es otra cosa que la consolidación de varios esquemas de control considerados críticos para la consecución de las estrategias de toda organización. Tal como indican Robert S. Kaplan y David P. Norton “*el Balanced Scorecard es un set de controles que le brindan a los tomadores de decisiones estratégicas una rápida pero amplia lectura de situación del negocio. El Balanced Scorecard incluye controles financieros que muestran resultados de acciones ya tomadas y complementa estos controles financieros con controles operativos de satisfacción del cliente, procesos internos, y la mejora e innovación de las actividades de la organización – controles operativos que son los drivers del desempeño financiero futuro*” (Kaplan y Norton, 1992:1). Los autores indican que una mirada integral sobre la situación de un negocio a través del Balanced Scorecard se consigue considerando las siguientes 4 perspectivas:

- i) Perspectiva del cliente (¿cómo nos ve el cliente?): aplicado a un negocio agrícola sería quién finalmente compra los granos; como por ejemplo una cooperativa o un trader de granos. A pesar que en la gran mayoría de los casos los productos finales de un negocio agrícola son commodities el valor agregado para el cliente sigue latente; como por ejemplo la calidad del servicio brindando y la buena calidad del producto.
- ii) Perspectiva interna del negocio (¿dónde debemos destacarnos?): aquí ya entran en juego una gran variedad de factores internos dentro de una organización como pueden ser el servicio, la calidad de los productos, la tecnología, etc. Aplicando esta perspectiva al enfoque del presente capítulo puede decirse que un negocio agrícola debe destacarse por sus prácticas sustentables; las cuales a su vez dan lugar a la conservación de la capacidad productiva del suelo. Esta perspectiva conecta con la anterior dado que el cliente podrá percibir que el establecimiento agrícola, además de comprometerse con el cuidado del medio ambiente, adopta prácticas orientadas a la obtención de productos de buena calidad.
- iii) Perspectiva de la innovación y aprendizaje continuo (¿podemos mejorar y crear más valor?): esta perspectiva también es aplicable al enfoque del presente capítulo dado que un negocio agrícola puede fijar estrategias para mejorar la capacidad productiva de los suelos cuyos resultados se ven en el mediano o largo plazo dado que involucran un cambio gradual pero revolucionario (innovación) en las prácticas de labranza orientadas a la conservación de la tierra. Un ejemplo puede ser la nivelación de los suelos; una estrategia que se implementa gradualmente dado el trabajo que involucra y que busca prevenir la erosión hídrica. Adicionalmente la historia muestra que las prácticas de labranza orientadas a la conservación de la capacidad productiva del suelo evolucionan constantemente por lo que por lo que el aprendizaje continuo también se enmarca dentro del enfoque del presente capítulo. Un ejemplo de lo anterior es la labranza 0 o siembra

directa; una tecnología desarrollada a finales del siglo XX y difundida mundialmente a comienzos del siglo XXI que fue revolucionaria para la industria agrícola por sus beneficios para la salud de los suelos.

- iv) Perspectiva financiera (¿cómo nos ven los accionistas?): aquí entran en juego controles tradicionales dado que fueron de los primeros en incorporarse a un Tablero de Mando de una organización; como por ejemplo los ratios financieros, flujo de caja, endeudamiento, etc. Desde esta perspectiva se evalúa si la consecución de las estrategias efectivamente se traducen en los resultados financieros esperados. Aunque esta perspectiva nos es aplicable a efectos del análisis del presente capítulo; la salud del suelo agrícola influye directamente en productividad y por consiguiente en el buen desempeño financiero de un negocio agrícola.

Teniendo en consideración estas 4 perspectivas y definiendo controles para cada una de ellas se llega a la confección de un Tablero de Mando balanceado e integral que no sólo muestra a los tomadores de decisiones estratégicas el estado de situación de la organización sino que también ayuda a visualizar la interacción entre las 4 perspectivas. Puede darse el caso de que un control indique una medición satisfactoria a expensas de otro; como puede ser la mejora de la capacidad productiva del suelo agrícola a raíz de un incremento en CAPEX. En este caso el control que está dentro de la perspectiva del negocio interno mostraría una medición satisfactoria y en línea con la estrategia mientras que el control que está dentro de la perspectiva financiera indicaría lo contrario; como por ejemplo el deterioro de la liquidez o el incremento de la deuda financiera para soportar el incremento en CAPEX.

En línea con lo expuesto en el párrafo anterior se deduce que la confección de un Balanced Scorecard involucra la articulación y coordinación de las estrategias de cada perspectiva; de no ser así la consecución de la estrategia de una perspectiva puede ser contraproducente para las estrategias de otra perspectiva. Un ejemplo que busca mostrar la sintonía entre las 4 perspectivas puede ser la innovación en busca de una mejora en la calidad del producto o

servicio; lo que a su vez puede traducirse en una mayor valoración por parte del cliente y consecuentemente en mejoras del rendimiento financiero de una organización (e.g. incremento en ventas).

La figura 2 a continuación grafica las cuatro perspectivas del Balanced Scorecard y su interacción. La figura destaca las dos perspectivas que son aplicables desde el enfoque del suelo agrícola como factor de producción.

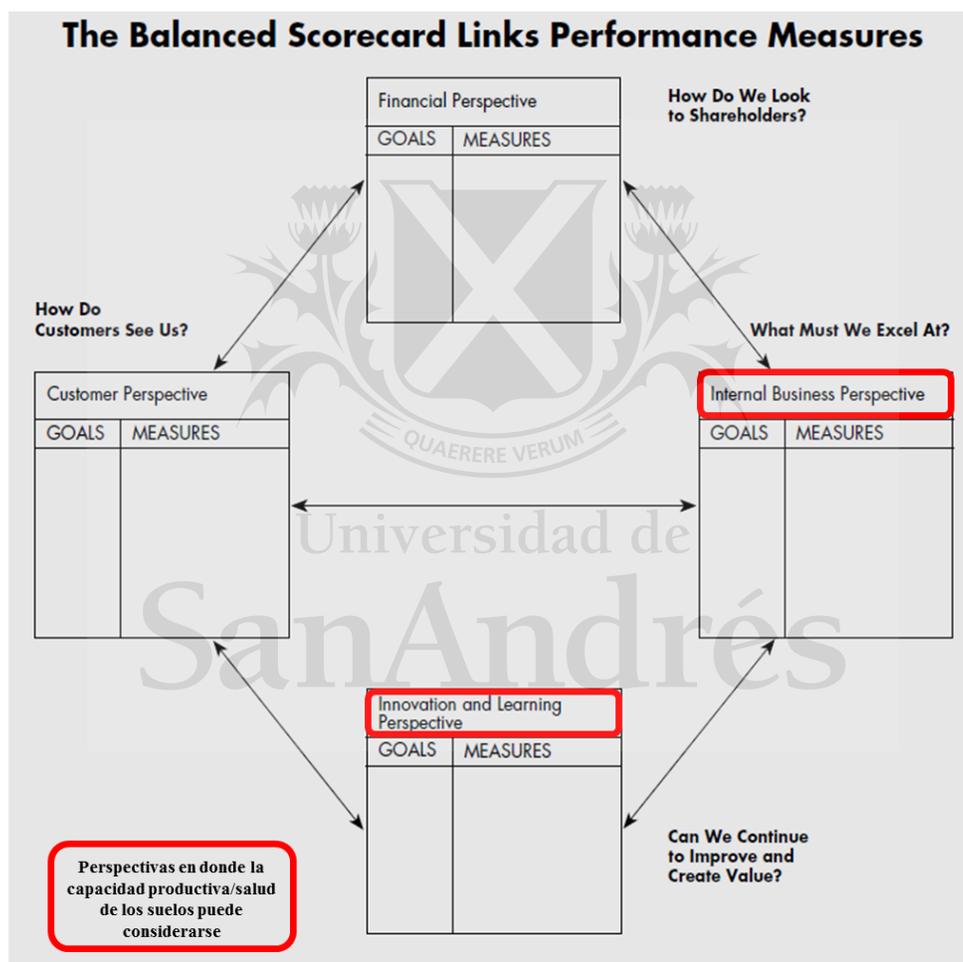


Figura 2. The Balanced Scorecard. Fuente: The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance (2006:72).

Tal como se mencionó con anterioridad el control de gestión va más allá del mero control de los resultados de una tarea; en otras palabras no se limita al análisis y monitoreo de un Tablero de Mando. Se trata de un concepto dinámico cuya finalidad es implementar las estrategias de una organización; en ese sentido el control de gestión es un proceso de iteración permanente entre varias etapas y que se inicia con la definición de las estrategias.

El proceso de control según Ernesto Rodriguez Rodriguez analizado y adaptado al enfoque del presente capítulo se resume de la siguiente manera:

El Proceso de Control

|   | Descripción  | Aplicado al enfoque del capítulo  |
|---|--|---|
| Determinación de los objetivos  | Las estrategias deben convertirse en objetivos   | Óptimas condiciones productivas del suelo agrícola  |
| Análisis de la congruencia interna de los mismos y con las estrategias              | Validar que los objetivos sean compatibles y estén alineados a las estrategias planteadas  | Armonía con el resto de las metas   |
| Definición de los indicadores para los objetivos                                    | Esquema de control   | Se definen controles que midan la capacidad productiva del suelo  |
| Selección de alternativas y asignación de recursos                                  | Un objetivo puede obtenerse implementando varias alternativas - se debe escoger una y asignarle los recursos necesarios para la consecución del objetivo | Se definen las prácticas agrícolas que alcanzarán las metas y se valida la asignación de recursos                 |
| Definición de metas temporales - selección de alternativas y asignación de recursos | Metas de corto plazo para darle seguimiento al grado de consecución de las estrategias de largo plazo  | Se replica el proceso anterior pero para medir hitos de corto plazo que estén alineados con el objetivo principal |
| Información exhaustiva  | Las metas deben comunicarse a todos los miembros de una organización   | Interacción con todos los miembros del negocio agrícola   |
| Clarificación y feedback  | Se valida que las objetivos hayan sido comprendidos por todos  | Interacción con todos los miembros del negocio agrícola   |
| Validar la aceptabilidad  | Que todos los miembros de la organización estén de acuerdo con el plan y trabajen en su ejecución  | Interacción con todos los miembros del negocio agrícola   |
| Comunicación de las características del Tablero de Mando                            | Que toda la organización sepa cómo se van a medir los resultados   | Interacción con todos los miembros del negocio agrícola   |
| Vinculación con los incentivos  | Conectar la consecución de objetivos con incentivos específicos  | Definición de incentivos conectados con la mejora de la capacidad productiva del suelo                            |
| Capacitación específica   | Que los miembros de la organización tengan las aptitudes para conseguir los objetivos  | Capacitación a los miembros responsables de la capacidad productiva del suelo                                     |
| Evaluación permanente   | Se analizan los indicadores y su relación con los objetivos para asegurar la validez del proceso de control  | Análisis de la capacidad productiva del suelo   |
| Decisiones y estimulación del cambio  | De la evaluación en el punto anterior se define si es necesario realizar cambios para alinearse con la estrategia  | Evaluar la necesidad de cambios o correcciones  |

Rodriguez Rodriguez, 2006:19

San Andrés

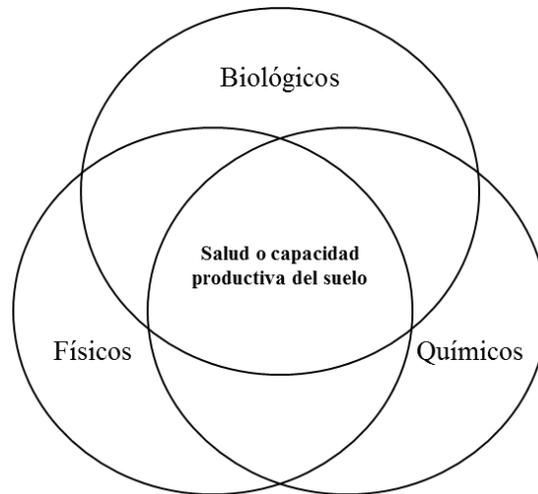
## **2) Controles a la capacidad productiva del suelo agrícola**

### **2.1) El esquema de control aplicado a la capacidad productiva de un suelo agrícola**

Ya analizado el marco conceptual del control de gestión y su aplicabilidad para el caso del suelo agrícola como factor de producción; en esta sección se analizarán los esquemas de control que brindan información acerca de la capacidad productiva de un suelo agrícola. En otras palabras se busca demostrar que la estrategia que busca que los suelos agrícolas se encuentren en óptimas condiciones productivas puede traducirse a objetivos, los cuales están en sintonía con el resto de los objetivos planteados en un negocio agrícola y que existen controles que pueden medir el grado de consecución de los mismos.

El análisis de cada esquema de control involucra terminología, prácticas y conceptos específicos del ámbito de la química e ingeniería agrónoma por lo que se los mencionará sin entrar en detalles técnicos o que requieran de conocimientos previos para su comprensión. En base a lo anterior se procederá a simplificar el análisis de las técnicas y métodos que se utilizan para medir la capacidad productiva del suelo agrícola.

En esta sección no se innova en nuevas metodologías y apreciaciones de cómo medir la capacidad productiva de los suelos sino todo lo contrario: se ha validado que existe una convención al momento de evaluar la capacidad productiva de los suelos (aunque las técnicas de medición puedan diferir). Esta conclusión se llega luego de validar que los enfoques del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y del School of Integrative Plant Science de Cornell University en materia de evaluación de suelos son similares. En ambos casos se determina que hay 3 componentes a considerar al momento de evaluar la capacidad productiva de los suelos que a su vez tienen una estrecha relación con los 3 tipos de degradación de suelos que se describieron en el trabajo anterior: degradación de fertilidad, erosión y contaminación. Estos componentes son los físicos, químicos y biológicos; el análisis de los mismos determina la salud de los suelos (capacidad productiva):



**Figura 3.** Componentes de la salud del suelo. **Fuente:** Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:22).

Dado que no todos los suelos son iguales su análisis, en algunos casos, harán distinciones según su textura (mix de arena, limo y arcilla). A modo de ejemplo la capacidad de retención de agua de un suelo arenoso no va a ser la misma que la de un suelo arenoso-arcilloso por lo cual las escalas de medición van a ser distintas dependiendo la estructura del suelo. Como se verá más adelante; hay casos en donde las mediciones a aplicar dependerán de la textura del suelo: arenoso (en inglés: Coarse), arcilloso (en inglés: Fine) y con predominancia de limo (en inglés: Medium).

Se aclara que las mediciones que se contemplan en la presente sección miden los factores más importantes al momento de evaluar la capacidad productiva de un suelo dado que en la actualidad existe una gran variedad de otras mediciones aplicables. En otras palabras no existe una receta única para evaluar la condición productiva de este recurso.

A efectos de poder calificar las mediciones éstas se adaptan a una escala de 5 clasificaciones: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.



Como se verá más adelante, se busca llegar a un “score” promedio de todas las mediciones para que pueda incorporarse al Balanced Scorecard con la finalidad de analizar y

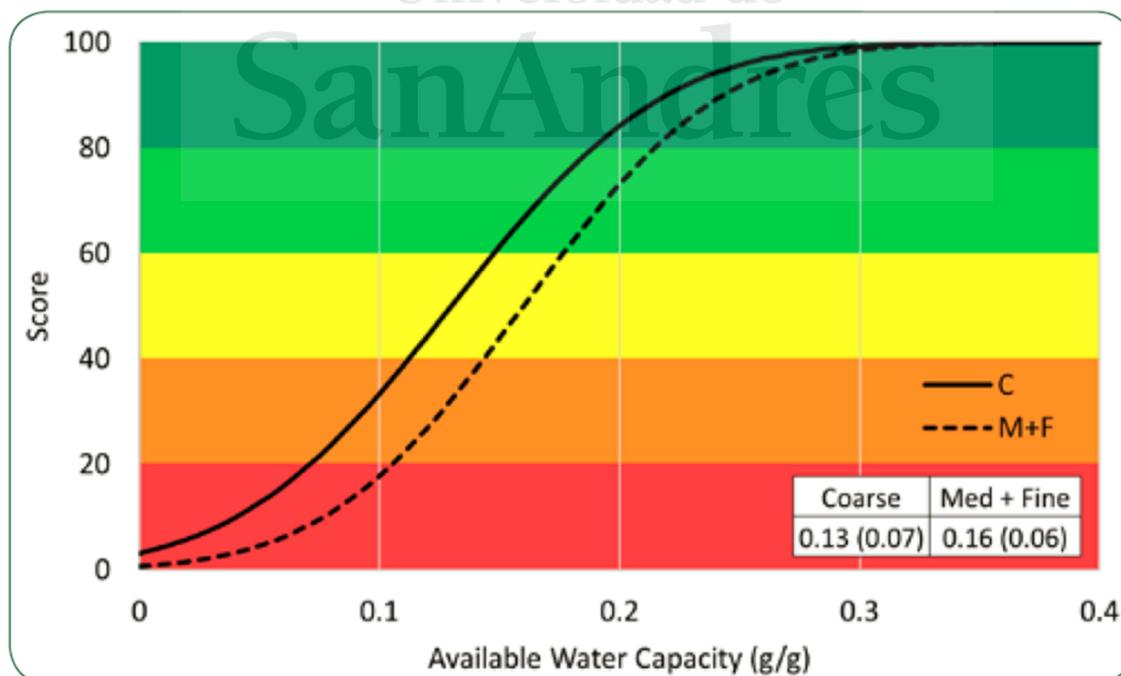
monitorear el grado de consecución de la estrategia vinculada a la mantención del suelo agrícola en óptimas condiciones productivas.

## 2.2) Esquema de control para los componentes físicos

- Sistema operante: capacidad de retención de agua (available water capacity – AWC en inglés)

Objetivo: medir la capacidad que tiene un suelo para retener agua disponible para las plantas; a mayor capacidad de retención mejor la resistencia de las plantas a períodos de sequía.

Sensor: un laboratorio especializado determina cuántos gramos de agua puede retener un gramo de tierra. La figura 4 grafica la calificación de la capacidad de retención de agua de los suelos de acuerdo a su textura; los suelos arenosos (Coarse) tienen una menor capacidad de retención de agua que los suelos arcillosos/limo (Fine/Medium) por lo que se hace una distinción al momento de calificarlos. Los valores de la tabla blanca muestran la media y, en paréntesis, la desviación estándar.



**Figura 4.** Calificación de la capacidad de retención del agua según el tipo de suelo. **Fuente:** Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:40).

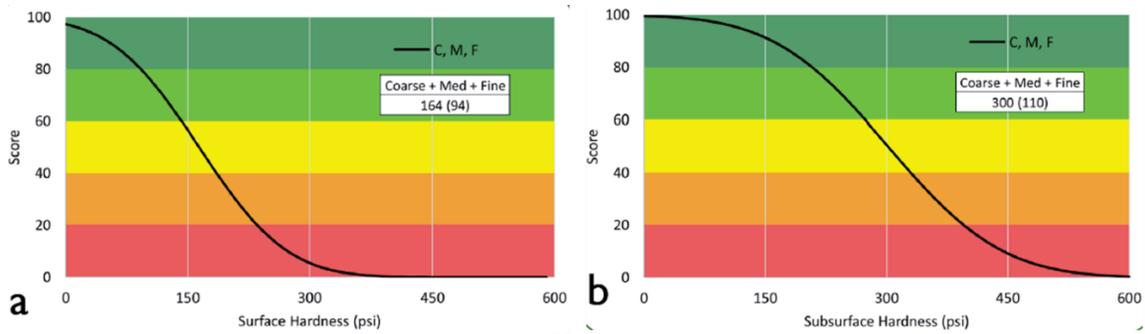
Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado

Grupo activante (medidas correctivas): en el corto plazo la capacidad de retención de agua de un suelo puede verse mejorada mediante la incorporación de materia orgánica (e.g. compost) y cobertura de la superficie con rastrojos para evitar la evaporación del agua. En el largo plazo pueden adoptarse prácticas que den lugar a la formación de materia orgánica; como por ejemplo la “no remoción” de la tierra, la cobertura del suelo con rastrojos y la rotación de cultivos.

- Sistema operante: compactación de la superficie y la sub-superficie del suelo (surface y subsurface hardness en inglés)

Objetivo: medir cuán apto es un suelo para el desarrollo pleno de organismos y raíces como también la libre circulación de agua, oxígeno. A menor compactación mayor será la capacidad de que las plantas desarrollen sus raíces, el oxígeno y agua circulará con más facilidad y se incrementará la actividad biológica en suelo.

Sensor: a través de un dispositivo llamado penetrómetro o tester de compactación de suelo se mide la resistencia de penetración de un suelo en base a las libras por pulgada cuadrada (psi). Se mide la resistencia de penetración de dos perfiles del suelo: el que va desde la superficie hasta una profundidad de 6 pulgadas y el que comienza en 6 pulgadas y termina en 18 pulgadas de profundidad. Una convención es que lecturas cercanas o superiores a los 300psi indican dificultad de las raíces para penetrar; lo que afecta el desarrollo de las plantas dado que se dificulta el acceso a nutrientes, oxígeno y agua. La figura 5 muestra los niveles de compactación de la superficie y sub-superficie; a efectos de este análisis no hay distinción entre textura del suelo y los cuadros blancos en cada gráfico muestran la media y la desviación estándar (números en paréntesis).



**Figura 5.** Calificación de la compactación de la superficie y sub-superficie del suelo. **Fuente:** Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:43).

La compactación puede darse como consecuencia de sistemas intensivos de labranza en cuanto a remoción de la superficie del suelo o el tráfico excesivo de maquinaria pesada sobre el suelo, generando que el suelo pierda porosidad. La porosidad en los suelos agrícolas es un factor clave dado que permite el desarrollo pleno de las raíces de las plantas como también mayor circulación de agua y oxígeno, permitiendo a la raíces captar agua y nutrientes como también el desarrollo de colonias de microorganismos. Una superficie del suelo compacta da a lugar a la erosión hídrica, bajos niveles de infiltración y baja capacidad de retención de líquidos. La sub-superficie también se analiza dado que es un buen indicador para validar si las plantas están en condiciones de desarrollar raíces profundas; una sub-superficie compacta tiene efectos negativos similares a los de una superficie compacta.

Grupo de control: ingeniero agrónomo.

Grupo activante (medidas correctivas): evitar sistemas de labranza intensivos en cuanto a remoción de la superficie; si el trabajo del suelo involucra la utilización de maquinaria pesada realizarlo cuando el suelo se encuentra seco. Estas prácticas involucran la modificación de los agregados del suelo que, tal cómo se definió en el trabajo anterior, se definen como el conjunto de partículas sólidas del suelo que se forman naturalmente dejando entre sí poros.

- Sistema operante: estabilidad del suelo (wet aggregate stability en inglés)

Objetivo: medir la resistencia de los agregados del suelo ante fuerzas disruptivas como puede ser la labranza intensiva de los suelos como también la erosión hídrica y eólica. La actividad biológica en los suelos es la variable que permite la formación de agregados dado que la actividad de colonias de organismos, microorganismos y hongos genera que las partículas del suelo tengan más adhesión entre sí. Un ejemplo puede ser el excremento de las lombrices el cual contribuye a la formación de agregados del suelo entre otros beneficios para el desarrollo de la vida vegetal. La rotación de cultivos también contribuye a la formación de agregados dado que estimula una mayor diversidad de comunidades de organismos; adicionalmente que los efectos negativos de un cultivo sobre el desarrollo biológico del suelo pueden ser contrarrestados por otro cultivo.

Los suelos “inestables” son susceptibles de compactación y formación de costras en la superficie; que a su vez reduce la capacidad de libre circulación de aire y oxígeno, impide el desarrollo pleno de raíces y da lugar a la erosión hídrica/eólica e inundaciones.

Sensor: se toman muestras de agregados del suelo que se envían a laboratorios especializados capaces de exponer las mismas a lo que sería una simulación de lluvia intensa. A través de una ecuación se determina el % de estabilidad de la muestra del suelo: a mayor porcentaje mayor la estabilidad del suelo.

La figura 6 muestra la calificación de los suelos desde el enfoque de su estabilidad, según su textura. La calificación es más “rigurosa” con suelos arcillosos (Fine) o con mayor proporción de limo (Medium) dado que estas texturas de suelos son más propensas a formar materia orgánica y desarrollar vida biológica. El cuadro blanco muestran la media y la desviación estándar (números en paréntesis) para cada caso.

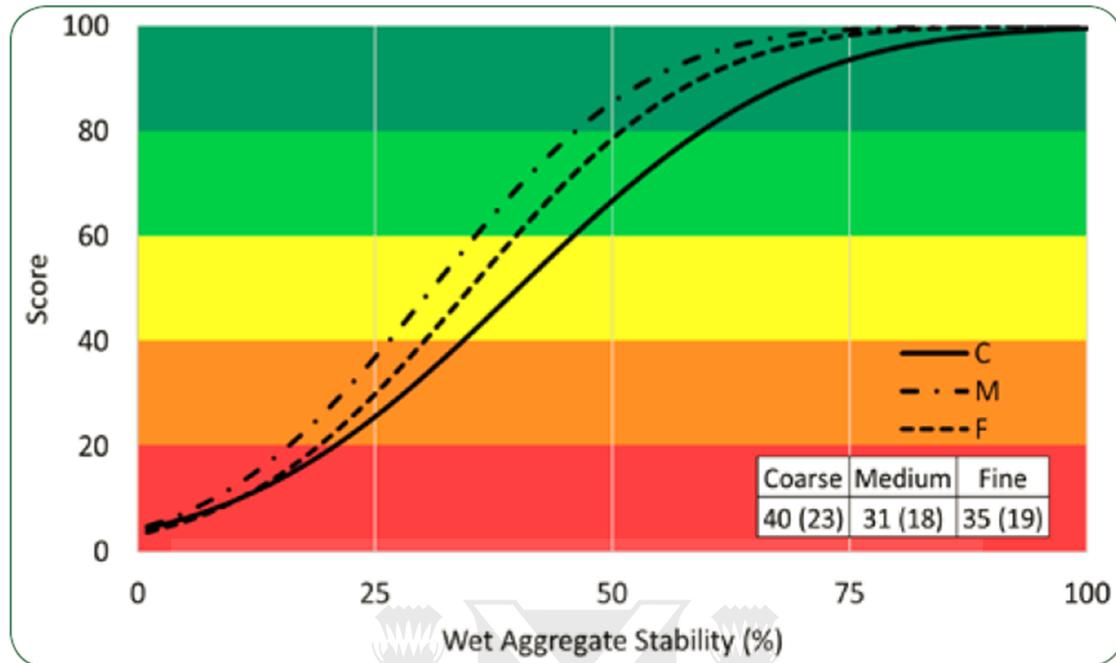


Figura 6. Calificación de la estabilidad del suelo según su textura. Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:46).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado

Grupo activante (medidas correctivas): dado que la actividad biológica es el principal factor formador de agregados se deben adoptar prácticas que estimulen y protejan la biota<sup>1</sup> del suelo como por ejemplo: i) labranzas que involucran la “no remoción/bajo nivel de remoción” de suelos, ii) incorporación de materia orgánica como por ejemplo abono y iii) cobertura de la superficie del suelo con rastrojos para proteger su superficie y que se dé lugar a la formación de materia orgánica mediante la gradual descomposición de los rastrojos.

Sistemas de labranzas que implican una remoción intensiva de la superficie del suelo descompone los agregados del suelo e induce al incremento de prácticas que involucran la remoción de tierra para lograr suelos menos compactos/“suelos”; dando lugar a un círculo vicioso.

<sup>1</sup> **Biota** viene a ser el conjunto de los organismos vivos. En su uso más habitual, mediante el término biótico se designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada. Por ejemplo, **biota** europea para referirse a la lista de especies que habitan en ese territorio (Wikipedia, 2018).

### 2.3) Esquema de control para los componentes biológicos

- Sistema operante: materia orgánica (organic matter en inglés)

Objetivo: medir el contenido de materia orgánica en suelo (contenido de Carbono). La materia orgánica en suelo (MO) contempla materia tanto viviente como muerta su fuente son organismos vivos como las plantas y comunidades que viven en el suelo.

La materia orgánica le brinda al suelo propiedades físicas, químicas y biológicas favorables para el desarrollo de las plantas. Los aportes más importantes para las plantas son:

- Almacenamiento de nutrientes; los cuales se liberan para las plantas en forma gradual
- Agente de cambio: junto con la arcilla la materia orgánica contribuye al intercambio/traspaso de nutrientes a las plantas
- Contribuye a la formación de agregados
- Posee la capacidad de almacenar agua
- Estimula el desarrollo de comunidades de microorganismos dado que es fuente de nutrientes

Sensor: se envían muestras del suelo a un laboratorio el cual las expone a altas temperaturas (500 grados centígrados); a estas temperaturas los componentes de carbono desaparecen (se oxidan y transforman en CO<sub>2</sub>) quedando la muestra sin contenido de materia orgánica. Se utiliza una fórmula específica que involucra peso inicial y peso final para determinar el % de contenido de materia orgánica en esa muestra de suelo.

La figura 7 muestra cómo la calificación de materia orgánica en suelo difiere según su textura: arenoso (Coarse), arcilloso (Fine) o con mayor proporción de limo (Medium). En este caso se hace una distinción entre tipos de suelo dado que los suelos arenosos son menos propensos a formar materia orgánica; la tabla blanca muestra la media y la desviación estándar (números en paréntesis) para cada caso.

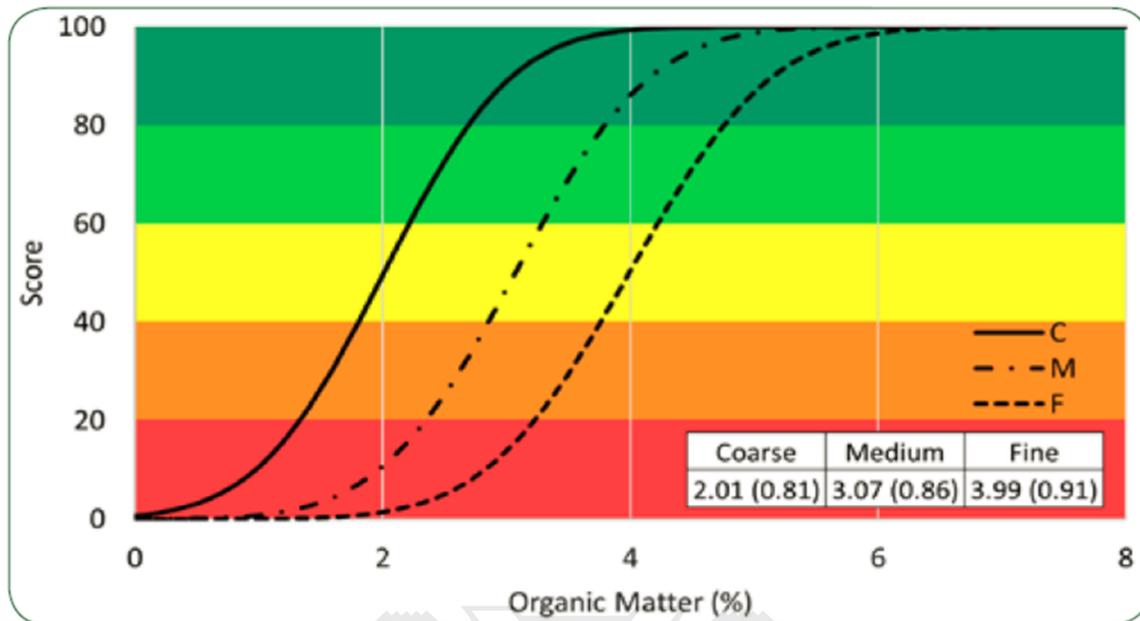


Figura 7. Valuación de MO en suelo de según su textura. Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:48).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado

Grupo activante (medidas correctivas): tanto la remoción intensiva de la superficie del suelo como la carencia de prácticas que estimulen la formación de materia orgánica contribuyen a que el suelo pierda su contenido de materia orgánica cosecha a cosecha. La formación de materia orgánica es un proceso de mediano/largo plazo que contempla: i) la adopción de labranzas y procesos que afecten lo menos posible la superficie del suelo y ii) incorporar prácticas que contribuyan a la formación de materia orgánica; como puede ser la adición de compost, rastrojos y abono.

- Sistema operante: Índice de proteína en suelo (ACE en inglés: Autoclaved Citrate Extractable Protein Index)

Objetivo: a través del índice de proteína en suelo se busca medir la cantidad de Nitrógeno disponible para las plantas. Los residuos de las plantas son la principal fuente de materia orgánica en suelo (MO) y a medida que se descomponen aportan celulosa, proteína, grasas y ceras al suelo (entre otras cosas). La proteína a su vez tiene el mayor contenido de

Nitrógeno el cual se pone a disposición de las plantas a través de la mineralización<sup>2</sup>. Este elemento químico a su vez es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, el cual es absorbido por medio de las raíces. En referencia a los aportes al suelo para el desarrollo de las plantas; la proteína colabora con la formación de agregados y una mayor capacidad de almacenaje y circulación del agua.

Sensor: se toman muestras del suelo y se envían a un laboratorio el cual las seca y, a través de procesos de presión, calentado y análisis químico, logra obtener un extracto del suelo de donde se puede calcular el contenido de proteína. A través de una fórmula se logra determinar la cantidad de microgramos de proteína por cada gramo de tierra seca.

Al igual que en el caso de la estabilidad del suelo y el contenido de materia orgánica; la calificación de proteína en suelo distingue entre suelos arenosos (Coarse), arcillosos (Fine) y con mayor proporción de limo (Medium). En esta caso la distinción se hace nuevamente en base a la capacidad para formar materia orgánica que tiene cada suelo según su textura; la tabla blanca muestran la media y la desviación estándar (números en paréntesis) para cada caso.

Universidad de  
San Andrés

---

<sup>2</sup> materia orgánica descompuesta por organismos que habitan en los suelos como por ejemplo hormigas, lombrices, bacterias y hongos. Ellos se hacen cargo de transformar la materia orgánica en dióxido de carbono, agua, minerales (nitrógeno, azufre, fósforo y potasio entre otros) y en ácidos carbónicos, nítricos y sulfúricos los cuales entran en reacción con los minerales del suelo consecuentemente liberando nutrientes para las plantas (Degradación de los suelos destinados a la actividad agrícola en Argentina, 2009).

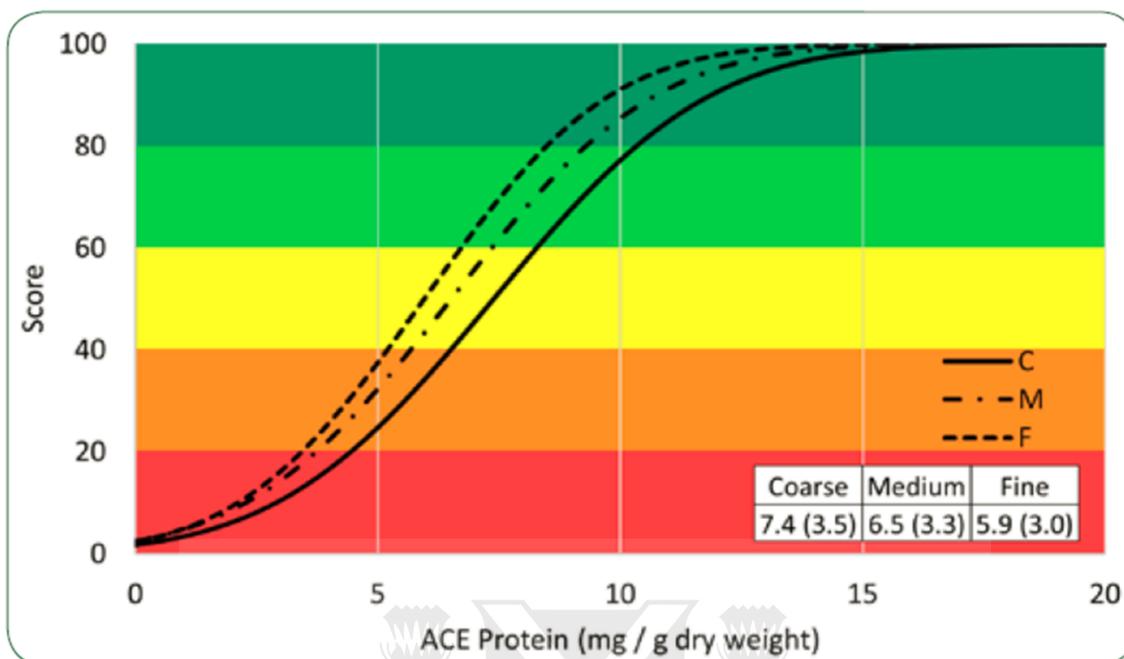


Figura 8. Calificación de proteína en suelo según su textura. Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:50).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado

Grupo activante (medidas correctivas): para retener y mantener Nitrógeno en suelo se deben adoptar labranzas que aporten materia orgánica la cual a su vez, mediante su degradación, aportan componentes al suelo que son ricos en Nitrógeno (proteína). Para asegurar la disponibilidad de este elemento químico para las plantas los componentes deben ser fácilmente degradables (mineralización).

Adoptar prácticas que acumulen materia orgánica en estado de descomposición da lugar a un aporte natural y gradual de Nitrógeno para las plantas en crecimiento; si este no es el caso el Nitrógeno debe aportarse mediante la incorporación de fertilizantes y ésta práctica no es tan eficiente dado que el elemento químico puede filtrarse rápidamente en el suelo y ya no estar a disposición de las plantas. Algunos ejemplos de estas prácticas pueden ser el aporte de biomasa como el abono, el compost rico en nitrógeno y el continuo desarrollo de plantas y raíces, en combinación con el estímulo de comunidades de organismos que aportan a la descomposición de la biomasa. Por otra parte la labranza intensiva de la

superficie del suelo contribuye a la pérdida de proteínas por lo que se deben de adoptar prácticas que conserven la superficie del suelo.

- Sistema operante: respiración del suelo (soil respiration en inglés)

Objetivo: medir la actividad metabólica de la comunidad microbiana en suelo; esto se logra mediante la captura y la cuantificación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): se envían las muestras del suelo seco al laboratorio el cual las hidrata y las deposita en un frasco hermético durante 4 días. A mayor cantidad de CO<sub>2</sub> mayor y más activa la comunidad microbiana.

Esta medición no se limita a evaluar la actividad microbiana como un fenómeno aislado sino que también da indicios de cómo es la actividad biológica del suelo. Si la actividad microbiana es activa es porque tiene acceso a materia orgánica la cual descompone liberando y acumulando nutrientes para las plantas y otros organismos; adicionalmente es un factor importante para una buena estructura del suelo.

Sensor: se envían muestras secas a un laboratorio especializado en donde se hidratan con químicos y agua destilada y se depositan en frascos herméticos durante 4 días. Luego de la esta incubación las muestras se exponen a una prueba de conductividad eléctrica: a mayor contenido de CO<sub>2</sub> menor la conductividad eléctrica. Mediante una fórmula que contempla la conductividad eléctrica inicial y final se puede obtener el dato de miligramos de dióxido de carbono por cada gramo de tierra seca.

Tal como lo muestra la figura 9 a mayor cantidad de dióxido de carbono mejor el score dado los efectos positivos que la actividad microbiana tiene sobre la capacidad productiva del suelo. En este caso se ha corroborado que no existen diferencias entre las texturas de los suelos por lo que el score es el mismo para los tres casos; la tabla blanca muestran la media y la desviación estándar (números en paréntesis) para cada caso.

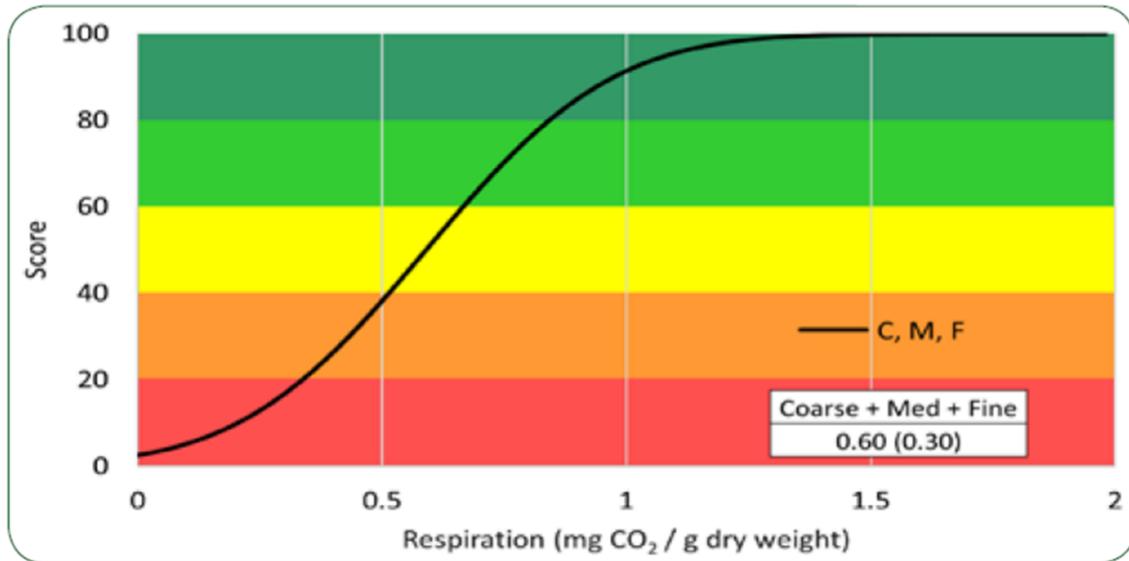


Figura 9. Calificación de la respiración del suelo. Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:52).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado.

Grupo activante (medidas correctivas): la actividad biológica en suelo se ve incrementada mediante la adopción de prácticas de cobertura de superficie con plantas o residuos degradables, la incorporación de biomasa como abono y compost y el continuo desarrollo de plantas y raíces a lo largo de todo el año para estimular la permanencia de comunidades de organismos en suelo. La rotación de las cosechas a su vez contribuye al incremento del número las comunidades (diversidad).

Los factores que atentan contra la vida biológica en suelo son: la remoción intensiva de la superficie del suelo, la compactación del suelo, el tránsito excesivo de maquinaria pesada, niveles muy altos o muy bajos de PH del suelo y la incorporación de fitosanitarios (herbicidas, plaguicidas y fungicidas) al suelo.

- Sistema operante: carbón activado (active carbon en inglés)

Objetivo: medir la materia orgánica que se encuentra disponible para el consumo de las comunidades microbianas; las cuales juegan un rol fundamental para el desarrollo de la vida biológica en suelo, tal como se detalló en la sección “respiración del suelo”. Esta

medición es útil para adelantarse a una posible baja de la actividad biológica del suelo; si los microbios no cuentan con alimento suficiente en forma recurrente difícilmente puedan subsistir a largo plazo.

Sensor: se envían muestras del suelo a un laboratorio especializado las cuales mezclan con químicos para analizar su reacción. Una fórmula matemática que contempla los resultados de las reacciones determina los miligramos de carbón activo por cada kilo de tierra – también denominado partes por millón (ppm).

Tal como lo muestra la figura 10 la calificación de contenido de carbón activo difiere según la textura del suelo; eso se da porque el carbón activo se encuentra presente en la materia orgánica y hay texturas de suelo menos propensas a la formación de esta materia. A modo de ejemplo, se califica con “menor rigurosidad” a un suelo arenoso (Coarse) dada sus limitaciones para formar y mantener materia orgánica. El cuadro blanco indica la media y la desviación estándar (en paréntesis) para cada tipo de suelo.

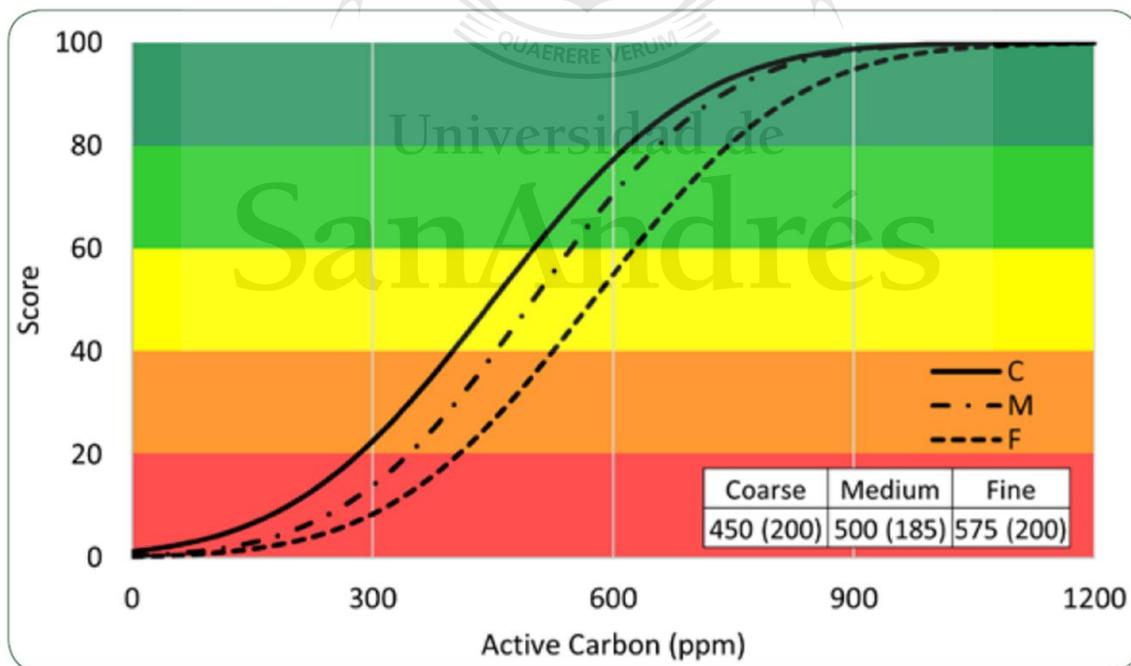


Figura 10. Calificación del carbon activo en suelo según su textura. Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:54).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado.

Grupo activante (medidas correctivas): evitar la remoción intensiva de la superficie del suelo, adoptar prácticas de cobertura permanente de la superficie y estimular el desarrollo de plantas y raíces a lo largo de toda la temporada. Estas prácticas estimulan la acumulación de materia orgánica en suelo la cual es fuente de alimento para las comunidades microbianas.

#### 2.4) Esquema de control para los componentes químicos

En esta sección se busca evaluar la disponibilidad de nutrientes en suelo para las plantas. En el trabajo anterior se detalló que las plantas sintetizan sus alimentos de alrededor de 60 elementos químicos de los cuales 16 son considerados esenciales para su desarrollo y crecimiento. Estos 16 elementos a su vez se clasifican en macronutrientes primarios, macronutrientes secundarios y micronutrientes. Los macronutrientes primarios (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) son los que generalmente escasean en los suelos dado que son altamente demandados por las plantas a raíz de sus beneficios para el desarrollo y crecimiento (fotosíntesis, respiración, almacenamiento de energía, etc.).

La carencia de nutrientes disponibles para las plantas afecta el desarrollo de las mismas y las hace más susceptibles a enfermedades/hongos/etc., consecuentemente dando lugar a la pérdida de rendimiento en cuanto a productividad/rindes.

En esta sección, además de la medición de PH, sólo se analizara la medición y calificación del contenido de los macronutrientes primarios Fósforo y Potasio en suelo dado que el Nitrógeno ya se mide y califica con el índice de proteína en suelo.

- Sistema operante: PH del suelo (soil PH en inglés)

Objetivo: medir la acidez del suelo dado que es un factor determinante para la disponibilidad de nutrientes en suelo para las plantas. La escala de PH va de 1 (siendo la escala más ácida) al 14 (siendo la escala más alcalina); un PH óptimo para que la mayoría de las plantas puedan acceder a nutrientes se encuentra en el rango 6.2-6.8 (PH neutro) y

niveles de PH muy altos o muy bajos restringirán dicho acceso. Mientras que la figura 11 muestra la escala de PH; la figura 12 muestra la relación entre el nivel de PH en suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. A modo de ejemplo, niveles de PH iguales o superiores a 7 impide que las plantas accedan a nutrientes como el Hierro, Manganeso, Zinc y Cobre.

La falta de acceso a nutrientes por parte de las plantas se traduce en menor crecimiento/ desarrollo; o sea menor productividad.

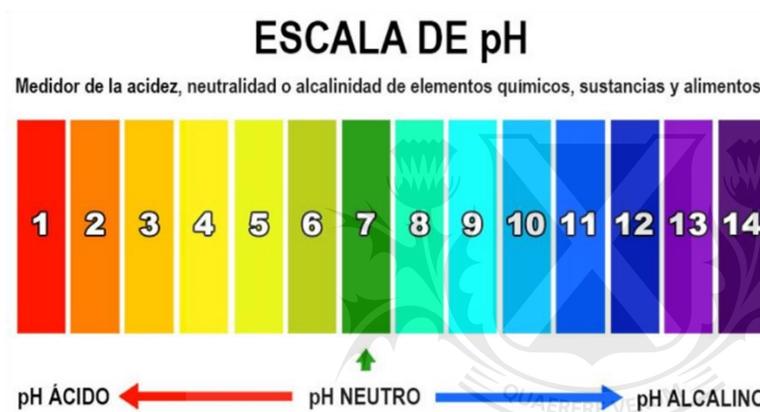


Figura 11. Escala de PH. Fuente: Farmacia Torrent (2018).

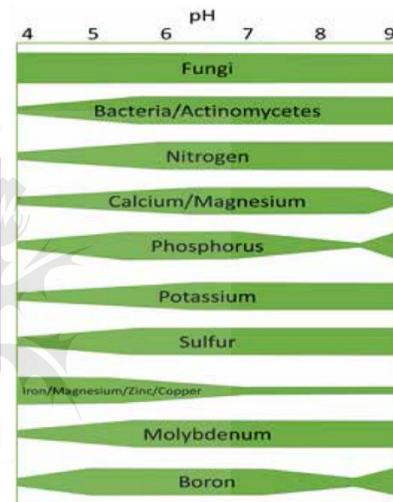
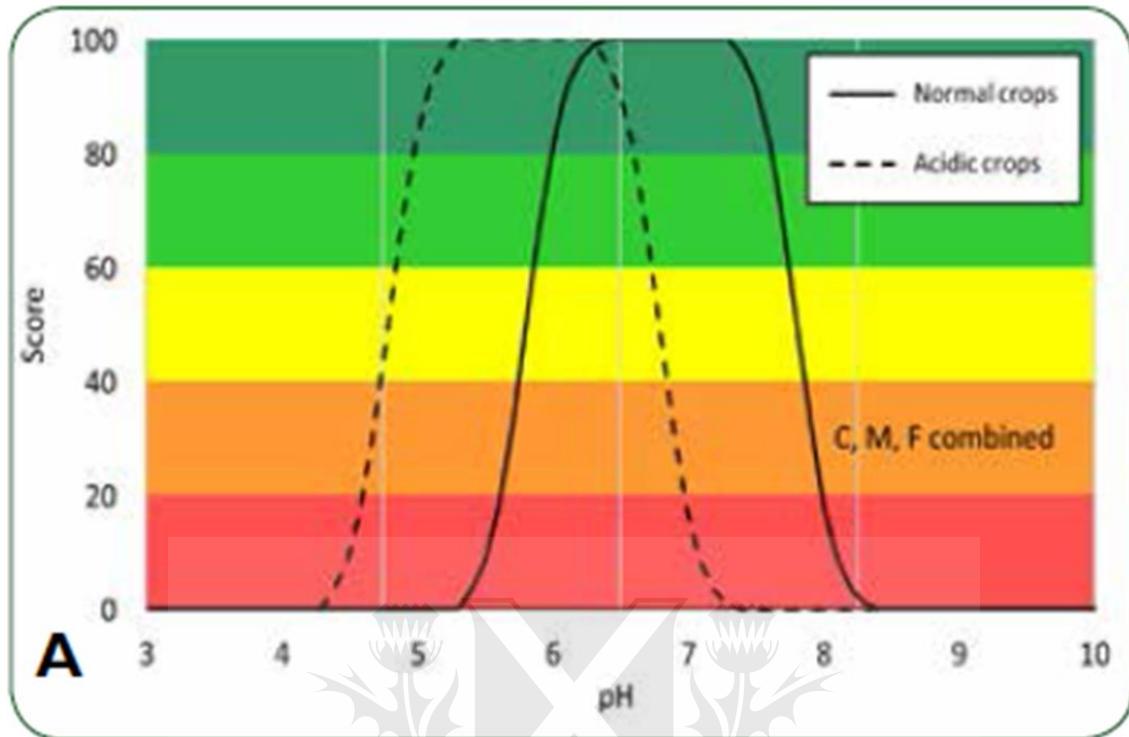


Figura 12. Relación entre PH y disponibilidad de nutrientes para las plantas. Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:56).

Sensor: se arma una solución compuesta de 2 partes de agua y una parte de la muestra del suelo la cual la procesa una máquina que determina el nivel de PH. Tal como lo muestra la figura 13 un PH neutral, cercano a niveles de 7, es el óptimo para que la mayoría de las plantas puedan acceder a nutrientes; también hace una distinción para las plantas con más tolerancia a la acidez.



**Figura 13.** Calificación del PH del suelo según el tipo de planta (normal o con tolerancia a la acidez).  
**Fuente:** Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:58).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado

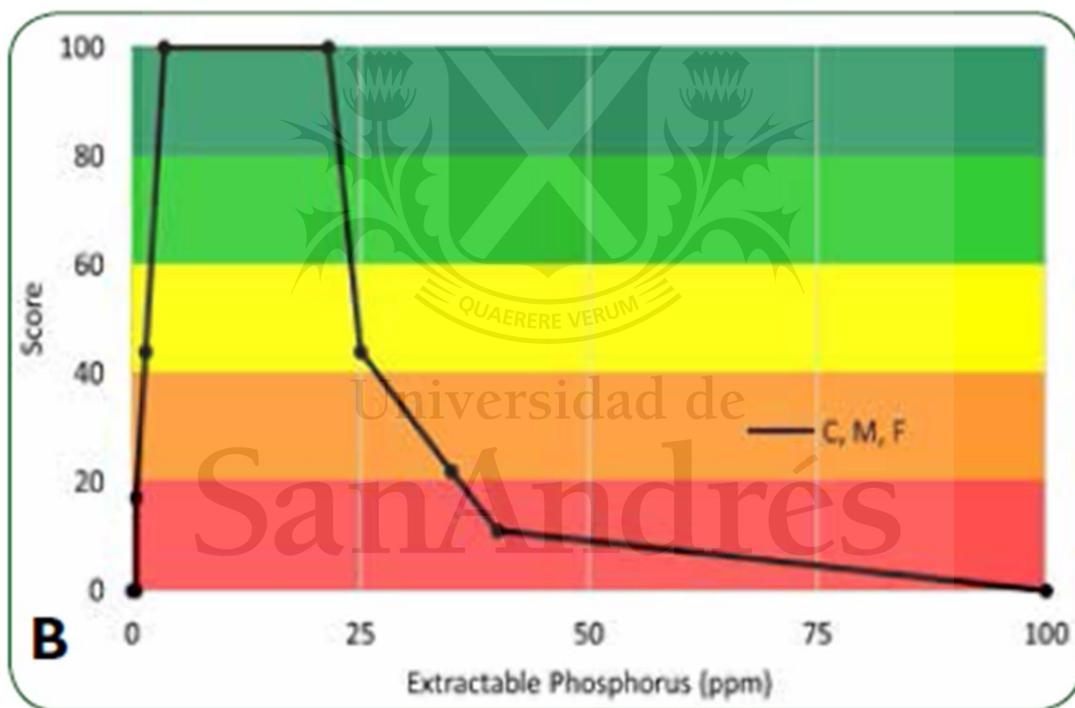
Grupo activante (medidas correctivas): incorporar al suelo cal, cenizas de madera y otros componentes que contribuyan a “neutralizar” los niveles de PH en suelo. Adicionalmente se deben adoptar prácticas que den lugar a la formación de materia orgánica dado que la regla general indica que a mayor cantidad de materia orgánica en suelo, mayor la tolerancia de las plantas a niveles bajos/“ácidos” de PH.

- Sistema operante: Fósforo (P) extraíble (extractable Phosphorus)

Objetivo: medir la cantidad de Fósforo en suelo disponible para las plantas. Este macronutriente primario, entre otras cualidades, tiene un rol fundamental en la fotosíntesis, respiración, almacenaje de energía y desarrollo de las plantas.

Sensor: las muestras se envían a un laboratorio en donde, a través de procesos químicos, se determina el contenido de nutrientes. Una máquina llamada espectrómetro los identifica y determina la cantidad presente en la muestra; en el caso del Fósforo la cantidad ideal es entre 3.5 y 21.5 partes por millón (ppm).

La calificación del contenido de Fósforo no difiere según la textura del suelo y tal como muestra la figura 14 niveles bajos de Fósforo (0 hasta 3.5ppm) son perjudiciales para el desarrollo de las plantas mientras que niveles superiores a 21.5ppm comienzan a tener efectos adversos sobre el medioambiente (e.g. contaminación del agua y emisión de gases que causan el efecto invernadero).



**Figura 14.** Calificación del Fósforo en suelo, disponible para las plantas. **Fuente:** Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:58).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado

Grupo activante (medidas correctivas): las principales recomendaciones para incrementar los niveles de Fósforo en suelo involucra el cultivo de cobertura<sup>3</sup>, la aplicación de fertilizantes y el cultivo de plantas que estimulen el desarrollo de las comunidades microbiana y de hongos las cuales contribuyen a la liberación de Fósforo para las plantas.

Aunque la regla general es que este macronutriente primario carezca en los suelos, de darse una situación de exceso se deberán abandonar las prácticas que contribuyan con el aporte de Fósforo en suelo; como por ejemplo la incorporación de fertilizantes. También se puede optar por cultivos que tengan una demanda alta por este macronutriente para acelerar el proceso de extracción del suelo.

- Sistema operante: Potasio (K) extraíble (extractable Potassium)

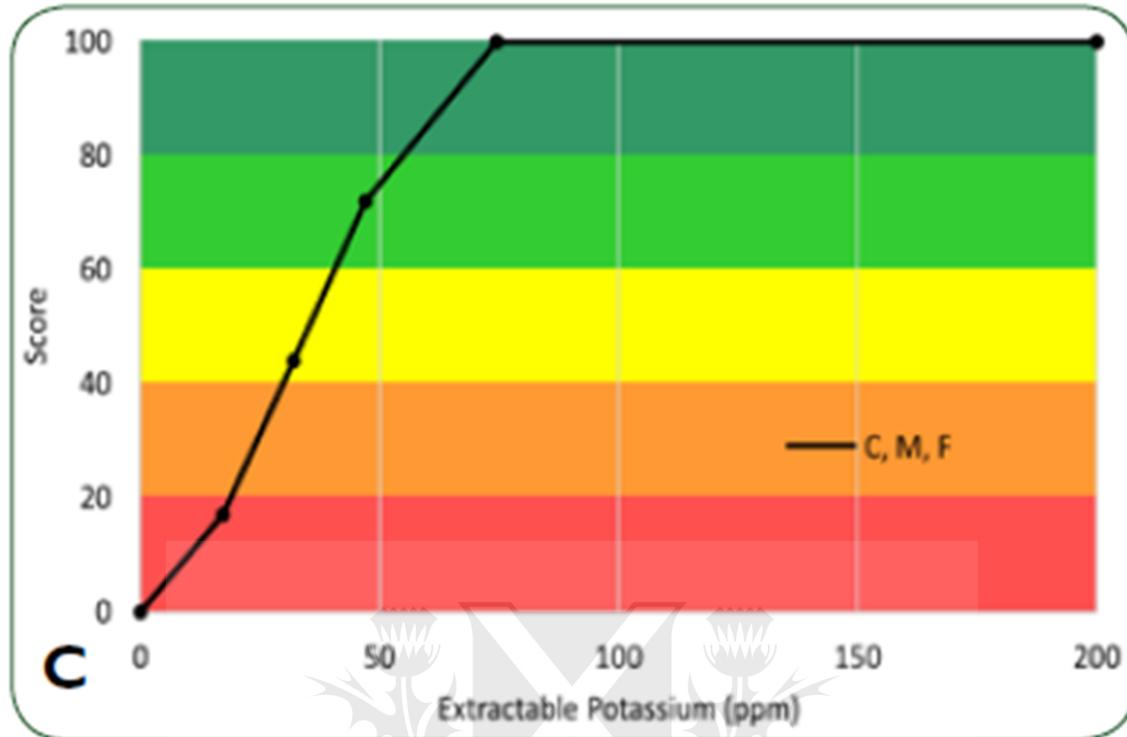
Objetivo: medir la cantidad de Potasio en suelo disponible para las plantas. Este macronutriente es fundamental para el desarrollo de las plantas dado que contribuye con la fotosíntesis, respiración, almacenaje de energía, regulación del agua (absorción y pérdida) y procesamiento de proteínas. Las plantas con alto contenido de K tienden a ser más tolerantes al frío y heladas.

Sensor: se utiliza el mismo proceso que para el caso del de Fósforo extraíble. Tal como lo muestra la figura 15 para el caso de este macronutriente primario el punto óptimo es cuando los niveles de parte por millón (ppm) es mayor o igual que 74.5ppm. En este caso tampoco se encontraron diferencias según la textura del suelo aunque el Potasio tiende a drenar con más facilidad en suelos arenosos o “suelos”, haciendo que la disponibilidad para las plantas sea menor.

En este caso el exceso de potasio en suelos to tiene consecuencias negativas sobre el medioambiente y desarrollo de las plantas.

---

<sup>3</sup> Los cultivos de cobertura son cultivos que se siembran con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo y calidad del agua, controlar malezas y plagas, e incrementar la biodiversidad en sistemas de producción agroecológicos (Lu et al, 2000) – (Wikipedia, 2018)



**Figura 15.** Calificación del Potasio en suelo, disponible para las plantas. **Fuente:** Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:58).

Grupo de control: ingeniero agrónomo y laboratorio especializado

Grupo activante (medidas correctivas): para incrementar la disponibilidad de este macronutriente primario en plantas se recomiendan prácticas como la incorporación al suelo de cenizas de madera, fertilizantes, estiércol y compost. Prácticas de mediano/largo plazo involucra el cultivo de cobertura para reciclar el Potasio.

### **3) Adaptación de los controles físicos, biológicos y químicos al Balanced Scorecard de un negocio agrícola**

Dado que el Balanced Scorecard busca simplificar el análisis de la situación de un negocio para los tomadores de decisiones; no es factible incorporar al Tablero de Mando los once controles descriptos en la sección 2 del presente capítulo. Es por ello que, con el fin de

simplificar la comprensión de la capacidad productiva del suelo a efectos de incorporar este aspecto al Balanced Scorecard, se promedia el score de los once controles.

El School of Integrative Plant Science de Cornell University ha creado un scorecard específico de la salud de los suelos que logra consolidar los resultados físicos, biológicos y químicos de la siguiente manera:

Resumen de la capacidad productiva del suelo

Textura del suelo: Arenoso/Arcilloso/Limo

Arena (%) - Arcilla (%) - Limo (%)

| Componentes | Sensor/Indicador                  | Resultado | Calificación | Observaciones/limitantes de productividad |
|-------------|-----------------------------------|-----------|--------------|---|
| Físicos     | Capacidad de Retención de Agua    |           |              |   |
|             | Compactación de la superficie     |           |              |   |
|             | Compactación de la sub-superficie |           |              |   |
|             | Estabilidad del suelo             |           |              |   |
| Biológicos  | Materia orgánica                  |           |              |   |
|             | Índice de proteína en suelo       |           |              |   |
|             | Respiración del suelo             |           |              |   |
|             | Carbón activado                   |           |              |   |
| Químicos    | PH del suelo                      |           |              |   |
|             | Fósforo extraíble                 |           |              |   |
|             | Potasio extraíble                 |           |              |   |

Calificación Promedio

Utilizando este scorecard se accede a: i) la calificación promedio de la capacidad productiva del suelo, ii) el detalle de las limitantes productivas para cada medición “no satisfactoria” y iii) tener a disposición información adicional para los usuarios del Balanced Scorecard en caso que lo requieran. El input en este scorecard puede ejemplificarse de la siguiente manera:

Textura del suelo: Predominancia de Limo  
 Arena (2%) - Arcilla (15%) - Limo (83%)

| Componentes                  | Sensor/Indicador                  | Resultado | Calificación | Limitantes de productividad                                     |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------|--------------|---|
| Físicos                      | Capacidad de Retención de Agua    | 0.14      | 37           | Baja filtración de agua/baja penetración y desarrollo de raíces |
|                              | Compactación de la superficie     | 260       | 12           |   |
|                              | Compactación de la sub-superficie | 340       | 35           |   |
|                              | Estabilidad del suelo             | 15.7      | 19           |   |
| Biológicos                   | Materia orgánica                  | 2.5       | 28           | Limitaciones para el desarrollo de biota en suelo               |
|                              | Índice de proteína en suelo       | 5.1       | 25           |   |
|                              | Respiración del suelo             | 0.5       | 40           |   |
|                              | Carbón activado                   | 288       | 12           |   |
| Químicos                     | PH del suelo                      | 6.5       | 100          |   |
|                              | Fósforo extraíble                 | 20        | 100          |   |
|                              | Potasio extraíble                 | 150.6     | 100          |   |
| <b>Calificación Promedio</b> |                                   |           | <b>46</b>    | <b>Medio</b>  |

En este ejemplo el score promedio (Medio) debe incorporarse en el Balanced Scorecard de un negocio agrícola dentro de la sección “perspectiva interna del negocio” dado que la misma analiza la performance operativa del negocio entre otras cosas; el suelo agrícola no

es otra cosa que una fábrica a cielo abierto. Dado que el score de este ejemplo muestra una señal de advertencia el tomador de decisiones podrá luego acceder a los detalles del diagnóstico a través del reporte que muestra las once calificaciones. En este caso puntual se deberán tomar acciones que den lugar a la mejora de aspectos físicos y biológicos del suelo.

Adicionalmente de este cuadro de situación también se puede concluir la necesidad de incorporar controles dentro de la sección “perspectiva de la innovación y aprendizaje continuo” que buscan mejoras a la capacidad productiva del suelo de mediano y largo plazo; como por ejemplo la migración paulatina hacia sistemas de labranza más sustentables (e.g. % del total del suelo agrícola trabajado que adopta la labranza 0 o siembra directa). Estos cambios, en ocasiones, no se dan de una temporada a otra.

#### **4) Conclusiones**

En las secciones anteriores se trató el marco conceptual del control de gestión; el cual luego se analiza desde la óptica del suelo agrícola en su calidad de factor de producción. Desde esta perspectiva resulta evidente que mantener el suelo agrícola en óptimas condiciones productivas es una estrategia a considerar en todo negocio agrícola dado que se maximiza la producción y se logra un proceso productivo sustentable a lo largo del tiempo.

Desde la óptica del proceso de control se destaca que la estrategia mencionada en el párrafo anterior puede traducirse en objetivos específicos; la regla general es que los mismos se encuentran en sintonía con el resto de los objetivos planteados en un negocio agrícola dado que influyen positivamente sobre las restantes perspectivas del negocio: perspectiva del cliente, perspectiva de innovación y aprendizaje continuo y perspectiva financiera. A su vez se confirma la existencia de esquemas de control capaces de medir y monitorear el grado de consecución de los objetivos; con los mismos se puede obtener un diagnóstico consolidado de la condición productiva del suelo por lo que también se confirma la viabilidad de incorporar esta métrica dentro del Tablero de Mando integral en un negocio agrícola.

No obstante lo anterior, tal como se detalló en secciones anteriores, se presentan limitaciones con el enfoque del presente capítulo dado que solo se analiza la problemática

del suelo agrícola como factor de producción. El control de gestión es un concepto abarcativo que contempla la realidad de un negocio desde otras perspectivas y, entre otras funciones, busca que los objetivos que se persiguen desde estas perspectivas estén en armonía. En otras palabras que la consecución de un objetivo no sea a expensas de la no consecución de otros objetivos. Un análisis más detallado de la tierra como factor de producción involucraría el análisis del resto de los objetivos principales que se persiguen en un negocio agrícola; en la búsqueda de evaluar cómo el enfoque del presente capítulo interactúa con el resto de las perspectivas y metas que se imponen en un negocio agrícola. La finalidad del ejercicio sería validar que los objetivos que se persiguen con un suelo en óptimas condiciones productivas se encuentran en armonía y contribuyen a la consecución de objetivos desde otras perspectivas.

En línea con las conclusiones a las que se llegaron en los párrafos anteriores de la presente sección se deducen los siguientes puntos:

- Que la capacidad productiva del suelo agrícola puede verse afectada por la degradación de fertilidad, erosión o contaminación
- Que en la actualidad existen prácticas y herramientas que pueden diagnosticar la condición productiva del suelo agrícola
- Que la estrategia en busca de suelos en óptimas condiciones productivas es compatible con el proceso de control de un negocio agrícola
- Que el diagnóstico de la salud de los suelos puede y debe incorporarse al Tablero de Mando de un negocio agrícola dada su importancia estratégica: maximización de la productividad en un sistema productivo sustentable

## Bibliografía

Ameriso, Santiago, *Degradación de los suelos destinados a la actividad agrícola en Argentina – la información contable como herramienta para la toma de decisiones orientadas a la conservación del factor de producción tierra*, Buenos Aires: Trabajo de licenciatura para la carrera de Contador Público – Universidad de San Andrés, 2009

Moebius-Clune, B.N., Moebius-Clune, D.J., Guino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R. R., Ristow, A.J., Van Es, H.M., Thies, J.E., Shayler, H.A., Mc Bride, M.B., Kurtz, K.S.M., Wolfge, D.W. y Abawi, G.S. *Comprehensive Assessment of Soil Health (CASH) – The Cornell Framework*, Nueva York: Cornell University, junio 2017 (tercera edición)

Kaplan, Robert S. y David P. Norton, *The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance*, Boston, MA: Harvard Business Review, 1992

Rivera, José, *¿Qué es y qué no es el control de gestión?*, Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile – Escuela de Administración, 19 de enero, 2018

Rodríguez Rodríguez, Ernesto Mario, *¿Cómo medir la gestión?*, Buenos Aires: Capítulos seleccionados para los alumnos de la Universidad de San Andrés, 2006 (segunda edición)

United States Department of Agriculture (USDA) - Natural Resources Conservation Service (NRCS) – Soil Quality Institute, *Guidelines for soil quality assessment in conservation planning*, Albuquerque: NRCS, enero 2001

## Anexo I: Resumen de correcciones de corto y largo plazo a limitantes de la productividad de los suelos agrícolas

| Limitante  | Correcciones de corto plazo   | Correcciones de mediano/largo plazo   |
|--|---|---|
| <b>Componentes Físicos</b>                         |   |   |
| Niveles bajos de capacidad de retención de agua    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar materia orgánica</li> <li>- Incorporar compost</li> <li>- Cultivos de cobertura</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir la remoción del suelo</li> <li>- Rotación de cultivos</li> <li>- Cultivos de cobertura</li> </ul>                                    |
| Niveles altos de compactación de la superficie     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoción de la superficie con maquinaria especializada</li> <li>- Cultivos de cobertura con baja profundidad de raíces</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotar cultivos</li> <li>- Cultivos de cobertura con baja profundidad de raíces</li> <li>- Reducir el tráfico de maquinaria pesada</li> </ul> |
| Niveles altos de compactación de la sub-superficie | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoción de la sub-superficie con maquinaria especializada</li> <li>- Cultivos de cobertura alta baja profundidad de raíces</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultivos de cobertura con alta profundidad de raíces</li> <li>- Reducir el tráfico de maquinaria pesada</li> </ul>                           |
| Baja estabilidad del suelo                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar materia orgánica</li> <li>- Rotar cultivos</li> <li>- Cultivos de cobertura con baja profundidad de raíces</li> <li>- Incorporar estiércol y abono</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir la remoción del suelo</li> <li>- Incorporación de rastrojos en superficie</li> <li>- Rotación de cultivos</li> </ul>                 |

Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:119)

## Componentes Biológicos

|                                    |   |  |
|------------------------------------|---|--|
| Bajo contenido de materia orgánica | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar materia orgánica</li> <li>- Incorporar compost</li> <li>- Cultivos de cobertura</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir la remoción del suelo</li> <li>- Rotación de cultivos</li> <li>- Cultivos de cobertura</li> </ul>   |
| Índice de proteína de suelo bajo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar materia orgánica rica en Nitrógeno</li> <li>- Cultivos de cobertura</li> <li>- Cultivar leguminosas ricas en Nitrógeno</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener niveles óptimos de PH para la disponibilidad de Nitrógeno (6.5-6.5)</li> <li>- Rotación de cultivos incorporando a leguminosas</li> <li>- Cultivo de cobertura e incorporación de estiércol</li> </ul>             |
| Respiración del suelo bajo         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubrir la superficie del suelo con plantas, residuos degradables y rastrojos durante toda la temporada</li> <li>- Incorporar materia orgánica y estiércol</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir la remoción del suelo</li> <li>- Rotación de cultivos</li> <li>- Cultivos de cobertura</li> <li>- Cubrir la superficie del suelo con plantas, residuos degradables y rastrojos durante toda la temporada</li> </ul> |
| Carbón activado bajo               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar materia orgánica</li> <li>- Cultivos de cobertura con baja profundidad de raíces</li> <li>- Incorporar estiércol y rastrojos</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir la remoción del suelo</li> <li>- Rotación de cultivos</li> <li>- Cultivos de cobertura</li> </ul>   |

Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:119)

## Componentes Químicos

|                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| PH bajo                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar cal y cenizas de madera</li> <li>- Utilizar menores cantidades de amonio y urea</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adoptar prácticas que acumulen materia orgánica</li> <li>- Incorporación de cal a modo de mantenimiento</li> </ul>                              |
| PH alto                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dejar de incorporar cal y cenizas de madera</li> <li>- Incorporar químicos que bajen los niveles de PH (sulfuro)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar la adición de amonio y urea</li> </ul>  |
| Fósforo extraíble bajo | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar fertilizantes</li> <li>- Cultivos de cobertura para reciclar el Fósforo</li> <li>- Mantener niveles óptimos de PH para la disponibilidad de Fósforo (6.5-6.5)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultivos de cobertura para reciclar el Fósforo</li> <li>- Mantener niveles óptimos de PH para la disponibilidad de Fósforo (6.5-6.5)</li> </ul> |
| Fósforo extraíble alto | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dejar de incorporar estiércol y compost</li> <li>- Incorporar fertilizantes con bajo contenido de Fósforo</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultivos de cobertura con alto contenido de Fósforo</li> </ul>  |
| Potasio extraíble bajo | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar ceniza de madera, fertilizantes y estiércol</li> <li>- Cultivos de cobertura para reciclar el Potasio</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultivos de cobertura para reciclar el Potasio</li> <li>- Incorporar Potasio a modo de mantenimiento</li> </ul>                                 |

Fuente: Comprehensive Assessment of Soil Health (2017:120)