

TecnoAgro

Tecnologías para Mejorar la Producción y
la Productividad Agropecuaria

Diplomado en Producción **SOSTENIBLE DE HORTALIZAS**

**TEMA 2: Manejo y preparación
sostenible del suelo**

**FACILITADOR: Edder Samuel
Gonzalez Molina**



Contenido

I. INTRODUCCIÓN	3
II. DESARROLLO	3
III. CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
IV. PREGUNTAS ORIENTADORAS	¡Error! Marcador no definido.
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .	¡Error! Marcador no definido.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo constituye la base fundamental para la producción hortícola de forma sostenible. Un suelo sano produce plantas



fuerteras, reduce significativamente la incidencia de plagas y mejora la retención de agua dentro del perfil edáfico. Sin embargo, a la hora de practicar actividades agronómicas en las parcelas, comúnmente se opera bajo un enfoque empírico o a ciegas; un ejemplo claro de esto es la fertilización y la aplicación de insumos externos sin conocer previamente las necesidades y limitantes reales de la tierra. Esta falta de planificación genera gastos económicos innecesarios y acelera el deterioro del medio ambiente. Para una correcta toma de decisiones en el campo, es indispensable conocer la calidad, la estructura y los nutrientes del suelo. El manejo sostenible inicia con un diagnóstico preciso basado en la práctica sistemática del muestreo del suelo, así como la determinación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. En este tema se abordan formalmente los factores que inciden en el manejo y la preparación sostenible del suelo, analizando el funcionamiento de este recurso natural no renovable.

II. DESARROLLO

1. El suelo como organismo vivo

1.1. Concepto de suelo



El suelo es una estructura dinámica que cubre la corteza terrestre. Sirve de soporte a las plantas y les proporciona los elementos nutritivos necesarios para su desarrollo. El suelo no representa únicamente un soporte físico, sino un ecosistema vivo compuesto por minerales, materia orgánica, agua, aire y microorganismos. Un suelo con condiciones ideales presenta la siguiente composición volumétrica: 45% de componentes minerales (arena, limo y arcilla), 25% de agua (solución del suelo), 25% de aire (fase gaseosa) y 5% de materia orgánica.

1.2. Importancia del estudio del suelo

El estudio del suelo debe aportar herramientas técnicas para el desarrollo de actitudes conservacionistas basadas en una investigación adecuada, presentando al suelo como un recurso natural.

Es fundamental resaltar que el suelo es un sistema cambiante en constante desarrollo, regulado por múltiples procesos físicos, químicos y biológicos, donde las condiciones ambientales ejercen modificaciones constantes. Asimismo, se deben considerar las alteraciones provocadas por las actividades humanas, las cuales conllevan problemas que redundan directamente en la calidad de vida de las poblaciones.

Se persigue desarrollar las siguientes capacidades:

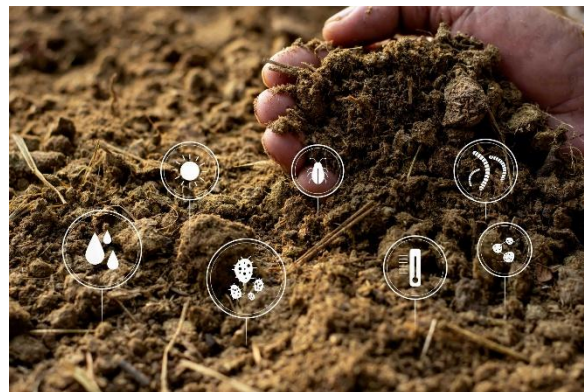
- Valorar la importancia de la conservación del suelo como recurso natural.
- Relacionar el concepto de suelo en el contexto de ciencia, tecnología y sociedad.
- Reconocer la textura de diferentes muestras de suelo.
- Analizar la estabilidad estructural de los agregados del suelo y materia orgánica con diferentes tipos de suelos.
- Relacionar las propiedades físicas, químicas y biológicas como componentes universales del suelo.

- Identificar la capacidad de drenaje del suelo
- Desarrollar prácticas relacionadas con la degradación del suelo.

1.3. Fundamentos para el manejo sostenible de suelo y agua

La conservación de suelos y agua comprende un conjunto de actividades técnico-agronómicas inmersas en el enfoque global del manejo del suelo, el recurso hídrico y la explotación agrícola. Esta disciplina trasciende los trabajos convencionales de control de la erosión, ya que contribuye directamente al objetivo general de mejorar y mantener la capacidad productiva de la tierra. Como consecuencia, se logran incrementar los rendimientos de forma significativa, viabilizar la sostenibilidad de la agricultura y reducir la degradación edáfica.

El uso y manejo del recurso suelo tiene como fin primordial mantener su capacidad productiva en función de sus aptitudes, limitantes y potencialidades, evitando su pérdida irreversible. Por lo general, estas medidas de manejo también conservan el agua en el perfil. Debido a que no todas las prácticas conservacionistas protegen completamente al suelo de manera aislada, se deben emplear varias de ellas simultáneamente en el área de interés.



Un sistema eficiente de conservación debe consistir en una combinación planificada de obras físicas y medidas agronómicas que integren prácticas mecánico-estructurales: modificaciones físicas del terreno (terrazas, acequias, zanjas de infiltración) y prácticas agronómico-culturales: manejo de coberturas, rotación de cultivos y enmiendas.

2. Prácticas culturales y agronómicas

2.1. Preparación del terreno para hortalizas

La preparación del suelo constituye el paso físico y químico más crítico para asegurar que el sistema radicular de las plantas se desarrolle correctamente, retenga la humedad y absorba los nutrientes necesarios. Un suelo ideal para la horticultura debe ser suelto, aireado, rico en materia orgánica y con una excelente capacidad de drenaje. A continuación, se detallan los pasos esenciales requeridos antes de establecer el cultivo.

2.1.1. Limpieza y deshierbe



Retirar las malas hierbas directamente desde la raíz para evitar que compitan por luz, agua y nutrientes con las hortalizas.

2.1.2. Eliminación de obstáculos

Quitar piedras grandes, vidrios, plásticos o restos de cultivos anteriores que dificulten el crecimiento libre de las raíces.

2.1.3. Aireación y descompactación

Utilizar herramientas manuales o mecánicas (rastrillo, azadón o motocultor) para romper la capa dura superficial del suelo, abarcando los primeros 20 a 30 cm de profundidad.

2.1.4. Evitar voltear en exceso

No invertir drásticamente las capas profundas del suelo para preservar intacta la vida microbiana benéfica presente en la superficie.

2.2. Enmienda y fertilización orgánica



Incorporar una capa de 3 a 5 cm de materia orgánica bien descompuesta, como humus de lombriz, compost o estiércol maduro. Esto aportará significativamente a la corrección de la estructura idónea del suelo

Aplicar enmiendas como el bocashi semanas antes de la siembra para potenciar la actividad biológica del suelo

2.3. Nivelación y refinamiento

Deshacer terrones restantes con picos o azadón hasta que el suelo adquiera una textura fina y mullida. Pasar el rastrillo para nivelar la superficie horizontalmente evitando de esta manera que el agua de riego o lluvia se acumule en charcos en zonas bajas y deje secas las áreas elevadas.

2.4. Trazado de canteros o surcos



Delimitar zonas de siembra a través de camas de cultivo o canteros elevados con un ancho estándar de 1 a 1.5 metros. Esta dimensión permite realizar las labores desde los laterales sin pisar la tierra preparada.

2.4.1. Dejar pasillos

Marcar caminos libres entre las camas para transitar cómodamente durante las actividades de siembra, deshierbe, aplicaciones fitosanitarias y cosecha.

2.5. Siembra

La siembra directa y el trasplante constituyen los dos métodos fundamentales para establecer cultivos de hortalizas en el campo o huerto definitivo. La elección de la técnica depende estrictamente de las características de la especie vegetal, la anatomía

2.5.1. Siembra directa

Consiste en la colocación de las semillas directamente en el suelo o en el contenedor definitivo donde las plantas completarán todo su ciclo biológico.

Este sistema es ideal para especies que desarrollan raíces tuberosas o pivotantes profundas que no toleran el disturbio mecánico ni el movimiento, tales como la zanahoria, el rábano, la espinaca, entre otras.

Presenta ventajas técnicas al elimina por completo el estrés post-trasplante, reduce los requerimientos de mano de obra inicial y previene malformaciones en las raíces subterráneas.

2.5.2. Modalidades de ejecución:

- o voleo: Distribución uniforme y dispersa de las semillas sobre la totalidad de la superficie del cantero.
- o En línea o a chorrillo: Apertura de surcos continuos a una profundidad controlada para depositar las semillas de forma corrida a lo largo de ellos.
- o A golpes u hoyos: Colocación de un grupo específico de 2 a 3 semillas en puntos determinados, respetando distanciamientos definidos según el cultivo.

2.6. Trasplante

Consiste en sembrar las semillas en un espacio protegido y controlado, denominado almácigo o semillero. Esto asegura condiciones óptimas de germinación y desarrollo inicial.



Una vez que las plántulas logran la robustez adecuada, son mudadas a la parcela definitiva.

- o Hortalizas aptas: Especies comerciales de alto valor como el tomate, el chile, la chiltoma, la lechuga, el repollo, el brócoli y la cebolla.
- o Ventajas técnicas: Optimiza el rendimiento de semillas de alto costo, resguarda a las plántulas jóvenes contra plagas o condiciones climáticas adversas, y permite una selección rigurosa de los ejemplares más vigorosos antes del establecimiento.

2.6.1. Criterios clave para un trasplante exitoso

- o Momento óptimo de desarrollo: La plántula debe presentar entre 4 y 6 hojas verdaderas o alcanzar una altura estándar de 10 a 12 cm. Este estado fisiológico se logra comúnmente entre los 20 y 45 días posteriores a la siembra en almácigo.
- o Manejo de la plántula: La extracción de la plántula debe ejecutarse conservando el bloque de tierra, completamente intacto alrededor del sistema radicular. No tirar con fuerza del tallo para evitar la rotura de raíces funcionales.
- Condiciones ambientales: Se recomienda realizar la labor durante las horas frescas de la tarde o en días con cobertura nublada, minimizando la tasa de transpiración y el estrés por deshidratación térmica.
- Riego inmediato de asentamiento: Aplicar un riego inmediatamente después de colocar la plántula. Esto asegura un contacto íntimo entre las raíces y la tierra húmeda.

3. Degradación del suelo

Los procesos de degradación disminuyen la calidad y productividad de los suelos. Generalmente se inician con descensos en los niveles de materia orgánica y de actividad

biológica; esto genera efectos desfavorables en la estructura edáfica, especialmente sobre los atributos funcionales de los poros para transmitir o retener agua y facilitar el desarrollo radicular. Los cambios desfavorables en las propiedades físicas, químicas y biológicas provocan un impacto negativo en la productividad agrícola

Tabla 1. Procesos de degradación de los suelos

Deterioro Químico	Deterioro Biológico	Deterioro Físico
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la fertilidad • Salinización • Sodificación • Lavado de iones y acidificación • Inundaciones y gleysificación • Contaminación (acumulación de elementos tóxicos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Empobrecimiento en materia orgánica • Pérdida de población microbiana • Pérdida de biodiversidad dentro del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación de la estructura • Compactación • Sellado y encostramiento superficial • Sellado por ocupación permanente del suelo con edificaciones e infraestructura

Fuente: Porta, J. et al. (2008).

3.1. Propiedades físicas determinantes

3.1.1. Profundidad del suelo

La profundidad del suelo se refiere al espesor del material edáfico favorable para la penetración de las raíces de las plantas.

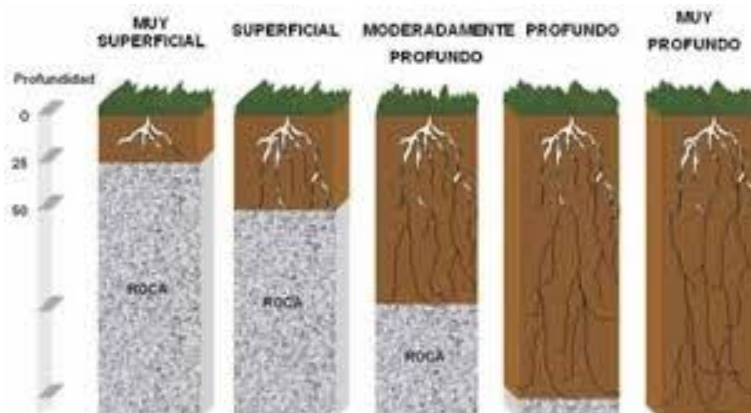


Tabla 2. Clasificación de la profundidad del suelo para uso agrícola

Profundidad (cm)	Clasificación
Mayor de 90	Óptimo
60 a 90	Bueno
40 a 60	Moderado
30 a 40	Regular
Menor de 30	Marginal

Fuente: Rodríguez (2001).

3.1.2. Textura de los suelos

La determinación de la textura indica cómo se comporta el suelo ante diferentes aspectos de su manejo. La textura es una propiedad fundamental porque afecta directamente variables físicas tales como la permeabilidad, la retención de humedad, la plasticidad, la aireación y la superficie específica.

3.1.3. Estabilidad estructural de los agregados del suelo

Es la capacidad que tienen las partículas de los suelos de retener su forma cuando se humedecen y permitir el paso del agua. Los principales factores que afectan la estabilidad estructural son **arcilla, cementantes inorgánicos, plantas y residuos vegetales.**

3.1.4. Densidad aparente (Da)

La densidad aparente constituye el peso de una unidad de volumen de suelo seco con su estructura natural. Es una propiedad estrechamente ligada con la compactación, la porosidad y la circulación del agua y del aire, por lo que posee un gran interés para el desarrollo de los cultivos.

Tabla 3. Clasificación de la densidad aparente

Densidad Aparente g/cm ³	Clasificación
< 1.0	Muy baja
1.0 a 1.2	Baja
1.2 a 1.45	Mediana
1.45 a 1.60	Alta
> 1.60	Muy alta

Fuente: Cairo (1995).

3.2. Propiedades químicas y biológicas

3.2.1. Contenido de materia orgánica

La materia orgánica es la porción del suelo que incluye restos de animales y plantas en varios estados de descomposición. En los sistemas forestales proviene de la hojarasca, troncos muertos y raíces; en las praderas se origina de las raíces y remates de las hierbas; mientras que en las tierras de cultivo se incorpora a través de los residuos de las cosechas (Plaster y Edward, 2005).

La materia orgánica es un indicador crítico de la calidad del suelo debido a que incide de forma directa sobre propiedades edáficas como la estructura y la disponibilidad de carbono y nitrógeno. Numerosos estudios coinciden en que la materia orgánica es el principal indicador biológico y el que posee la influencia más significativa sobre la productividad edáfica (Quiroga y Funaro, 2004).

Tabla 4. Clasificación de la materia orgánica de los suelos

Rango (%)	Clasificación
< 2	Pobre
2 a 4	Medio
> 4	Alto

Fuente: Quintana (1983).

3.2.2. Potencial de hidrógeno (pH) e intervalos de existencia

El pH del suelo se mide en una escala de 1 a 14. Los suelos con mejor rango para la se sitúan entre los 5.8 y 7.2 en unidades de pH.

Tabla 5. Clasificación de la acidez y alcalinidad del suelo

Rango del pH	Clasificación
< 4.6	Extremadamente ácido
4.6 - 5.2	Muy frecuentemente ácido
5.2 - 5.6	Fuertemente ácido
5.6 - 6.2	Medianamente ácido
6.2 - 6.6	Ligeramente ácido
6.6 - 6.8	Muy ligeramente ácido
6.8 - 7.2	Neutro
7.2 - 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 - 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 - 8.4	Medianamente alcalino
8.4 - 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 - 9.4	Muy frecuentemente alcalino
> 9.4	Extremadamente alcalino

Fuente: Quintana et al. (1983).

3.3. Conocimiento local de los suelos

El conocimiento tradicional corresponde a un lenguaje que ha sido adaptado de forma generacional para describir las características del suelo. Esta caracterización se realiza a través de factores directos que afectan la producción agrícola, tales como las facilidades de manejo, los niveles de fertilidad, el comportamiento del clima local y la incidencia de plagas o enfermedades.

3.4. Prácticas propuestas de evaluación en campo

3.4.1. Muestreo de suelo

3.4.1.1 Herramientas: Palín o barreno limpio (sin óxido), balde plástico limpio, bolsas plásticas nuevas transparentes, etiquetas y marcador.

3.4.1.2 Procedimiento:

- o Separar parcelas homogéneas según pendientes, textura, historial de cultivo o color del suelo.
- o Retirar hojarasca superficial sin raspar el suelo.
- o *Recorrer en zig-zag:* Caminar el lote tomando de 15 a 20 submuestras.
- o *Corte en «V»:* Cavar hoyos a 20 cm de profundidad (zona radicular de hortalizas).
- o *Extraer la submuestra:* Tomar una rebanada lateral de 2.5 cm de grosor; recortar los bordes laterales y conservar solo el centro.
- o *Mezclar y embolsar:* Homogeneizar las submuestras en el balde, guardar 1 kg de la mezcla en la bolsa y etiquetar con datos del productor, fecha y lote.
- o Enviar al laboratorio.

3.4.2 Densidad Aparente (Método del Cilindro de Volumen Conocido)

Esta metodología cuantifica la relación existente entre la masa edáfica seca y el espacio poroso total ocupado, constituyendo un indicador directo de la compactación.

3.4.2.1. Materiales requeridos

- o Cilindro metálico de volumen conocido
- o Martillo de impacto o mazo de madera con un bloque protector.
- o Cuchillo agrícola o espátula de borde plano y afilado.

3.4.2.2. Procedimiento

- o Limpie la superficie de la parcela seleccionada, retirando la hojarasca y los restos vegetales frescos sin remover el suelo mineral superficial.
- o Coloque el cilindro perpendicularmente y con ayuda del mazo de golpes hasta que el borde superior quede al ras del suelo.
- o Excave cuidadosamente alrededor del anillo con un palín para extraer el cilindro lleno de suelo sin perturbar ni presionar su estructura interna.
- o Recorte los excedentes de suelo que sobresalgan de ambos extremos del cilindro utilizando una navaja o cuchillo, logrando que el volumen del suelo coincida exactamente con las dimensiones internas del cilindro.
- o Enviar al laboratorio.

3.4.3. Evaluación rápida de la materia orgánica (reacción al agua oxigenada)

Este procedimiento analítico rápido permite estimar de forma cualitativa el contenido de materia orgánica mediante la reacción de efervescencia generada por el contacto con peróxido de hidrógeno.

3.4.3.1 Materiales requeridos: Muestras de suelos, agua oxigenada, gotero, frasco transparente.

3.4.3.2 Procedimiento

- a) **Extracción de la muestra:** Utilizando un barreno agrícola limpio, realice una barrenada vertical a una profundidad fija de 10 centímetros.
- b) **Homogeneización:** Deposite la porción de suelo extraída dentro de un recipiente limpio y mezcle vigorosamente hasta homogeneizar la muestra.
- c) **Dosificación:** Tome una fracción de la muestra homogeneizada (aproximadamente de 5 a 10 gramos) y colóquela dentro de un vaso transparente.
- d) **Saturación química:** Adicione 4 mL de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) al 30% a la muestra de suelo.

e) Diagnóstico visual: Observe detenidamente la velocidad, fuerza y comportamiento del efecto de efervescencia para clasificar el suelo según los rangos técnicos establecido:

- o *Categoría 1 o 2:* Sin efervescencia (presencia nula o baja de MO).
- o *Categoría 3:* Efervescencia clara (presencia media de MO).
- o *Categoría 4 o 5:* Efervescencia rápida que sube velozmente (presencia alta o muy alta de MO).

3.4.4. Estabilidad de los agregados (método cualitativo por inmersión)

Este procedimiento evalúa la capacidad de las unidades estructurales de la tierra para resistir las fuerzas cinéticas del agua sin desagregarse o colapsar

3.4.4.1 Materiales requeridos

- o Muestras de suelo intactas (bloques pequeños o agregados sueltos).
- o Vasos transparentes o botellas plásticas cortadas por la mitad.
- o Agua destilada o agua limpia de pozo.
- o Malla plástica de tamiz fino o colador de cocina pequeño.
- o Cronómetro o reloj.

3.4.4.2 Procedimiento operativo

- a) Selección de terrones: Extraiga con cuidado agregados estructurales sanos del perfil, seleccionando de 3 a 5 unidades de aproximadamente 1 a 2 cm de diámetro.
- b) Preparación del sistema: Llene los recipientes transparentes con agua hasta las tres cuartas partes de su volumen total.
- c) Colocación física: Deposite los agregados seleccionados sobre la malla plástica e introdúzcala suavemente en el agua, asegurando la inmersión total del suelo.
- d) Cronometraje y monitoreo: Active el cronómetro inmediatamente y observe el comportamiento de las muestras sin mover el recipiente durante los primeros 5 minutos.

e) Clasificación de estabilidad: Califique la resistencia de la muestra según los siguientes criterios técnicos:

- o Estabilidad Alta: El agregado permanece totalmente intacto en el fondo, manteniendo su geometría original.
- o Estabilidad Media: El bloque se fractura parcialmente o libera burbujas de aire, desprendiendo algunas partículas finas.
- o Estabilidad Baja o Nula: El terrón colapsa de forma instantánea, transformándose en una masa lodosa informe que enturbia el agua

III. CONCLUSIONES

La identificación oportuna de carencias de materia orgánica promueve prácticas agroecológicas que restauran la vida en el suelo.

El diagnóstico analítico del suelo elimina el empirismo y las pérdidas por la aplicación de fertilizantes innecesarios o mal calculados.

El conocimiento exacto de las limitantes fisicoquímicas del suelo mejora los márgenes de rentabilidad económica del productor y promueve la sostenibilidad ambiental.

La incorporación sistemática de materia orgánica representa las estrategias agroecológicas más eficientes para revertir los procesos de degradación física y biológica del suelo.

IV. PREGUNTAS ORIENTADORAS

1. *¿Qué problemas ha observado en sus cultivos de hortalizas que podrían estar relacionados con una mala calidad o falta de nutrientes en el suelo?*
2. *Si el análisis indica que su suelo tiene un nivel óptimo de nutrientes, pero muy baja materia orgánica, ¿qué decisiones tomaría para el próximo ciclo?*
3. *¿Por qué la prueba cualitativa de efervescencia con peróxido de hidrógeno al 30% funciona como un indicador indirecto de la actividad biológica y el contenido de carbono orgánico en el suelo?*

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anguiano, J., Alcántar, J. J., Ibarra, J. J., Ruiz, J. A., Paez, J. I., & Flores, J. (2003). Caracterización espacial de la textura del suelo en regiones hortícolas mediante

Arias, M. (1998). *La degradación de los suelos y su impacto en la productividad agrícola y la calidad ambiental* (2.^a ed.). Editorial Agronómica Centroamericana.

Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 346-363.

Cervantes, L., & Mojica, H. (2003). *La textura del suelo y su influencia integral en el crecimiento vegetal*. Universidad Nacional Agraria.

Chocobar, E. (2010). *Edafofauna como indicador de la calidad en un suelo Cumulic Phaozem sometido a diferentes sistemas de manejo en un experimento de larga duración* (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.

Flores, J., Martínez, M., & Anguiano, J. (2002). Muestreo geoestadístico y mapas temáticos para la caracterización de recursos edáficos. *Ciencia del Suelo*, 20(1), 34-41.

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2001). *Guía técnica para el manejo y conservación de suelos y agua en parcelas agrícolas de Nicaragua*. INTA/FAO.

procesos de degradación de suelos en ecosistemas tropicales (Informes sobre recursos mundiales de suelos, N.º 72). FAO.

Plaster, E., & Edward, J. (2005). *La ciencia del suelo y el manejo de los cultivos* (4.^a ed.). Thomson Delmar Learning.

Porta, J., López-Acevedo, M., & Roquero, C. (2005). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente* (3.^a ed.). Ediciones Mundi-Prensa.



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

UNA

¡Líder en Ciencias Agrarias!

TecnoAgro

Tecnologías para Mejorar la Producción y
la Productividad Agropecuaria