

FONDAMENTI DELLA NUTRIZIONE DELLE PIANTE E DELLA FERTILIZZAZIONE

AGRI-KNOWS

TRASFERIMENTO DELLE CONOSCENZE IN AGRICOLTURA COME
VALORE AGGIUNTO PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE

Autori:

- mag. Anka Rojc Polanec, univ. dipl. inž.
- Mirjana Košuta, univ. dipl. inž.
- dr. Tjaša Jug, univ. dipl. inž.

Titolo: Fondamenti della nutrizione delle piante e della fertilizzazione

Recensore: dr. Nikita Fajt, univ. dipl. inž.

Pubblicato da: KGZS - Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica

Tiratura: 200 copie

Nova Gorica, novembre 2014

La versione in formato pdf è disponibile sul sito Internet del progetto AGRIKNOWS:

<http://projects.ung.si/agriknows/>

I contenuti della pubblicazione non rispecchiano la posizione ufficiale dell'Unione Europea. L'unico responsabile dei contenuti della pubblicazione è l'editore.

Presentazione del progetto AGRI-KNOWS

Obiettivo fondamentale del progetto AGRIKNOWS è il trasferimento alle nuove generazioni, alunni e studenti delle scuole, delle conoscenze di esperti sulla problematica dell'inquinamento ambientale derivante dall'agricoltura. Uno degli obiettivi specifici del progetto è proprio la pubblicazione dei rapporti sugli esempi di buona prassi nell'agricoltura al fine di aumentare la consapevolezza relativa all'agricoltura ecologica. Poiché difficilmente riusciamo a contribuire alla riduzione dell'inquinamento a livello globale, possiamo provare a modificare il rapporto che i singoli hanno con una qualsiasi immissione nell'ambiente, anche la fertilizzazione. E proprio la fertilizzazione "selvaggia" continua a rappresentare una delle fonti più estese d'inquinamento in agricoltura.

Gli autori della pubblicazione sono impiegati presso il laboratorio agroalimentare (Agroživilski laboratorij) (AŽL) del reparto dell'Istituto agricolo forestale di Nova Gorica e conoscono molto bene la situazione sul campo. In base alle analisi del terreno e delle foglie danno consigli agli agricoltori su come fertilizzare.

Aggiornano le loro conoscenze ed esperienze di laboratorio con il lavoro di ricerca nel quale coinvolgono anche i giovani: consentono la realizzazione di tesi di laurea, magistrali e di dottorato, ma danno anche la possibilità di svolgere ricerche ai ragazzi a partire dalle scuole elementari fino a quelle superiori. Così nell'ambito del progetto AGRIKNOWS sono stati svolti due lavori di ricerca:

- 2013, Uroš Zavrtanik (Gimnazija Nova Gorica): Impatto del humus contenuto nel terreno sulla mobilità e l'assorbimento dei minerali,
- 2014, Borja Slamič (OŠ Dobravlje): Crescita delle piante nel caso di un terreno estremamente ricco.

Sono in corso d'opera altri due lavori:

- Mobilità dei nutrienti verso la pianta (OŠ Dobravlje),
- Coltivazione delle fragole in diverse condizioni (OŠ Milojke Štrukelj).

Indice

INTRODUZIONE

La giusta fertilizzazione è uno dei prerequisiti per un cibo sano e coltivato in modo ecologico. Tenendo conto di ciò, possiamo garantire una maggiore quantità e una migliore qualità del prodotto e a contempo ridurre il rischio di inquinare l'ambiente.

Sul campo incontriamo soprattutto due problemi:

- la fertilizzazione "selvaggia",
- la fertilizzazione eccessiva.

Quando l'uomo si ammala va dal medico, che solitamente gli fa un prelievo del sangue e, in base alla conta ematica, decide sul da farsi. Quando invece i problemi insorgono in una pianta, secondo la nostra esperienza, l'agricoltore va in negozio e in base a una descrizione sommaria dei sintomi acquista nutrienti aggiuntivi, sostanze rafforzanti... Se è fortunato riesce ad eliminare la causa, ma spesso non fa che peggiorare la situazione e solo allora si rivolge ad un servizio specializzato.

Tabella 1: Esempi effettivi di rifornimento delle foglie con nutrienti: l'agricoltore ha cercato di risolvere il problema con l'acquisto di ulteriori nutrienti finendo per distruggere completamente l'equilibrio nutrizionale nella pianta.

	Molto scarso	Scarso	Buono	Alto	Molto alto
Potassio					x
Fosforo					x
Azoto					x
Magnesio	x				
Ferro					x

Nella fertilizzazione però vale la regola che per rimediare all'errore fatto ci vorrà lo stesso ammontare di tempo che abbiamo speso facendo l'errore.

La fertilizzazione "selvaggia", soprattutto nella concimazione di piccole superfici non-commerciali (orti) porta a una presenza eccessiva di nutrienti. La prassi dell'AŽL e di altri laboratori mostra che gli ortolani, per amore dei loro orti, esagerano con la fertilizzazione e che possono così rinunciare completamente alla fertilizzazione per i successivi quattro anni. Per gli agricoltori questo è più difficile da accettare del consiglio del medico di rinunciare allo zucchero, la carne, le sigarette...

Una sbagliata nutrizione delle piante porta a disturbi nutrizionali e rappresenta una forma d'inquinamento ambientale. Ci rendiamo conto che l'agricoltura su superfici coltivabili ridotte non ha un impatto sostanzioso sullo stato ambientale, ma dall'altra parte anche la fertilizzazione degli orti mostra lo stato della coscienza ambientale dell'individuo.

Con questa pubblicazione speriamo di dare il nostro contributo a dei prodotti migliori e a un ambiente più pulito.

I FONDAMENTI DELLA NUTRIZIONE DELLE PIANTE

Per la crescita le piante hanno bisogno soprattutto di carbonio (C), ossigeno (O) e idrogeno (H) che ricavano dalla fotosintesi. Da questi elementi è composto dal 90 al 99 % del corpo della pianta, la restante parte della pianta è costituita dalla componente minerale.

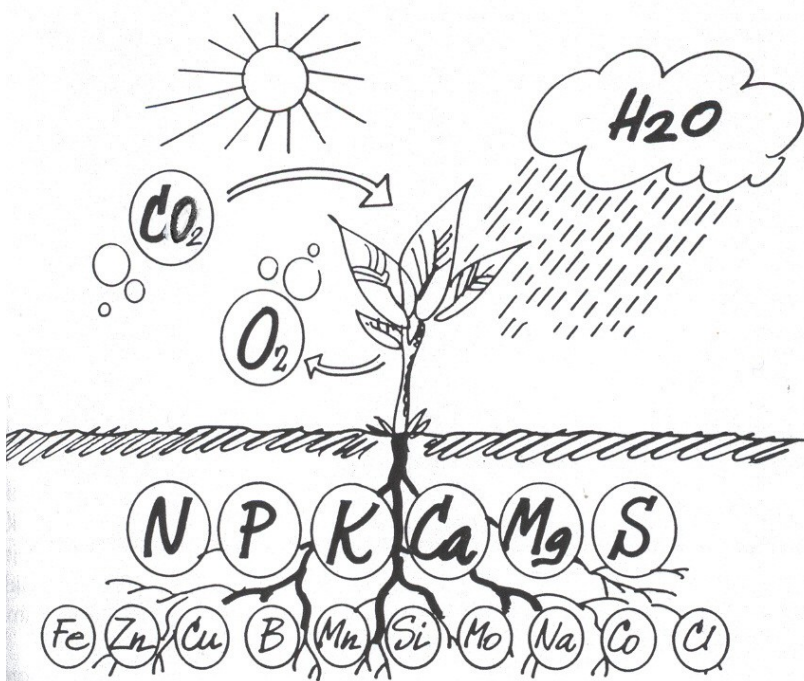


Figura 1: Nutrizione della pianta dall'aria e dal terreno

Nutrienti della pianta

La pianta prende i minerali (nutrienti) dal terreno. Le piante hanno bisogno di una quantità alquanto elevata di azoto (N), fosforo (P), potassio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) e zolfo (S); questi sono detti **macronutrienti** e, poiché di solito non sono presenti in quantità

sufficiente nel terreno, vengono aggiunti con la fertilizzazione del terreno.

N, P e K sono *i nutrienti principali della pianta* nel senso stretto ovvero i cosiddetti *nutrienti primari*, mentre **Ca, Mg e S** sono *nutrienti secondari*.

I micronutrienti (microelementi) sono quei nutrienti di cui le piante hanno bisogno solo in tracce, quindi in quantità minori (boro, manganese, rame, zinco, molibdeno, ferro). Li aggiungiamo alle piante soprattutto dalle foglie con l'utilizzo di fertilizzanti fogliari (fertilizzazione fogliare).

Indipendentemente dal fatto se la pianta necessita o meno di determinati nutrienti in grandi o piccole quantità, tutti sono essenziali per la crescita e lo sviluppo della pianta e di norma non possiamo sostituirli fra loro. Anche se è carente un solo nutriente, la pianta non può attecchire, così come una botte danneggiata non può trattenere l'acqua (Legge di Liebig).

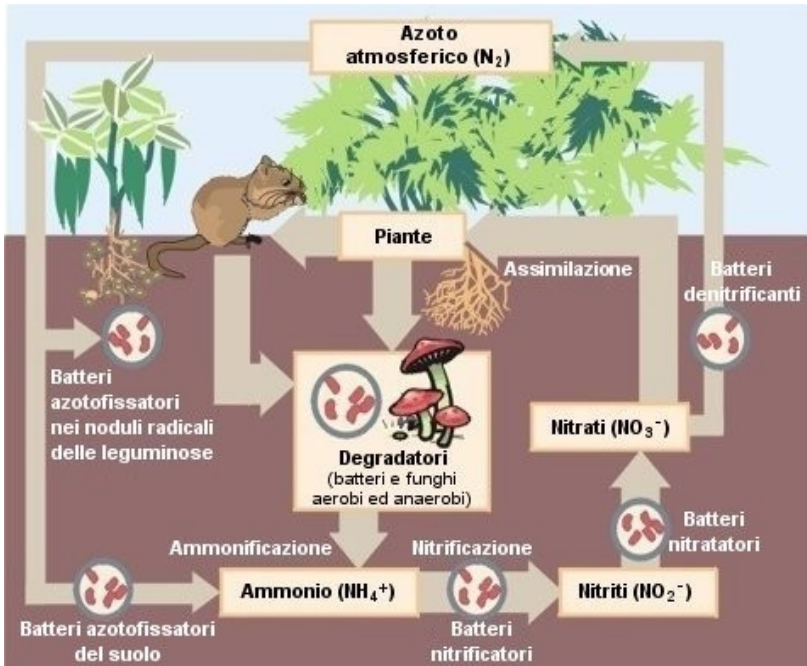


Figura 2: Legge di Liebig: la botte può trattenere acqua soltanto nella sua parte inferiore.

Nutrienti o fertilizzanti? I **nutrienti** sono sostanze di cui le piante si nutrono, i **fertilizzanti** invece sono sostanze il cui scopo principale è quello di garantire i nutrienti alle piante. Ogni fertilizzante contiene più o meno nutrienti.

Quando parliamo di misurazione della quantità di fertilizzanti/nutrienti scriviamo N, P_2O_5 , K_2O e diciamo di aver fertilizzato un ettaro di terreno con, ad esempio, 80 kg di azoto (N) o 60 kg di fosfato o di acido fosforico (P_2O_5) o 80 kg di potassio (K_2O).

Il nutriente delle piante più importante è **l'azoto**, in quanto indispensabile nella fase di crescita intensiva – aumenta la crescita delle piante verdi (sintesi proteica). La pianta lo assume dal terreno sotto forma di nitrati, ma può consumare anche l'azoto sotto forma ammoniacale.



Nella nutrizione delle piante con l'azoto sono importanti i batteri di nitrificazione. Questi ossidano la forma ammoniacale dell'azoto (NH_4) in nitriti (NO_2), e poi in nitrati (NO_3), che sono accessibili alle piante. I legumi riescono a fissare l'azoto dall'aria con l'aiuto dei batteri del tipo *Rhizobium*, con cui vivono in simbiosi.

In agricoltura sono importanti anche i batteri di denitrificazione. Al contrario dei batteri di nitrificazione, questi dissolvono i nitriti e i nitrati in azoto libero che si libera nell'aria.

Il fosforo favorisce la fotosintesi e aiuta le piante a usare l'energia in modo più efficace, stimola lo sviluppo delle radici, favorisce la fioritura e la maturazione.

Il potassio è responsabile del mantenimento della pressione osmotica nelle cellule, la regolazione dell'approvvigionamento d'acqua della pianta ed è importante per la resistenza delle piante alle malattie, ai

parassiti e al freddo.

Per uno sviluppo normale la maggior parte delle piante ha bisogno di molto più K che P (ad es. negli ortaggi il rapporto tra il K e il P necessario è nella maggior parte dei casi tra 2 e 4), il che va considerato nella fertilizzazione.

Sono grandi consumatrici di potassio soprattutto le piante da frutto e le brassiche, che essendo solitamente molto presenti negli orti non devono eccedere determinate quantità.

Una visione più dettagliata del ruolo dei singoli nutrienti nella nutrizione delle piante è illustrata nelle tabelle 2 e 3.

Tabella 2: I MACRONutrienti e la loro importanza nella nutrizione delle piante

Nutriente	Ruolo nella nutrizione delle piante
Azoto (N)	<ul style="list-style-type: none"> - è il "motore" delle piante e una parte molto importante dei tessuti e degli organi della pianta (parte integrante delle proteine, fa parte anche della clorofilla, degli enzimi, degli ormoni e delle vitamine vegetali), - è responsabile della crescita vitale e dello sviluppo della massa verde delle foglie, - aiuta una regolare ed elevata produzione, - favorisce la formazione di sostanze di riserva.
Fosforo (P)	<ul style="list-style-type: none"> - Importante per la fioritura e l'attaccamento del fiore, - favorisce il radicamento, la crescita e lo sviluppo del sistema delle radici e lo sviluppo e la maturazione dei frutti e dei semi, - importante per l'assimilazione e la formazione delle proteine, - importante per le reazioni chimiche della pianta e il suo DNA, - importante per la conservazione dell'energia, - per la resistenza al gelo, migliora la maturazione del legno.
Potassio (K)	<ul style="list-style-type: none"> - È l'elemento della salute ,della quantità e della qualità, - è responsabile del mantenimento della pressione osmotica nelle cellule, - regola l'approvvigionamento d'acqua, limita la traspirazione aumentando così la resistenza alla siccità, - aumenta la resistenza delle piante alle malattie, ai parassiti e al freddo, - collabora alla formazione di carboidrati - zuccheri, - collabora alla creazione di amido e alla creazione e allo spostamento degli zuccheri nella pianta, - è l'attivatore di enzimi e lo stabilizzatore di processi all'interno delle piante, - è responsabile della formazione della clorofilla, che ha un ruolo

Magnesio (Mg)	<p>importante nello sviluppo dei frutti e dei fiori.</p> <ul style="list-style-type: none"> - È un elemento molto importante della clorofilla e ha un forte impatto sulla fotosintesi (zucchero, sostanze di riserva) e sulla qualità del prodotto, - è un attivatore degli enzimi, - aumenta l'assorbimento del fosforo da parte della pianta, - collabora alla formazione di zuccheri, proteine e vitamine, - regola la pressione osmotica nelle cellule.
Calcio (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> - Compone ogni cellula (essenziale nella divisione cellulare), importante per la costruzione delle pareti cellulari, stimola il regolare sviluppo del tessuto di crescita, - regola lo scambio di sostanze nutritive e dell'acqua, - collabora alla costruzione delle proteine, degli zuccheri e dell'amido, - influenza sulla quantità degli acidi (per es. nel succo di fragole), - regola l'acidità (pH) del terreno.
Zolfo (S)	<ul style="list-style-type: none"> - È un componente degli aminoacidi, delle proteine e delle vitamine, - è importante per il ricambio di proteine e grassi, - migliora la fissazione simbiotica del N nelle fabacee.

Tabella 3: I **MICRO**nutrienti delle piante e la loro importanza nella nutrizione delle piante

Nutriente	Ruolo nella nutrizione delle piante
Boro (B)	<ul style="list-style-type: none"> - È essenziale per la fecondazione, - migliora lo scambio dei carboidrati, - è presente nei processi di sintesi delle pareti cellulari e delle cellule, - è l'attivatore e il disattivatore degli ormoni della crescita.
Manganese (Mn)	<ul style="list-style-type: none"> - Importante per l'attivazione degli enzimi e la sintesi della vitamina C, - partecipa alla creazione di carboidrati, zuccheri, proteine e della clorofilla.
Rame (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> - È coinvolto in molti processi biochimici della pianta; collabora al metabolismo delle proteine e dei carboidrati nella fissazione dell'azoto, - è parte degli enzimi che aiutano la respirazione delle piante.
Zinco (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> - Collabora alle stesse reazioni enzimatiche del Mg e del Mn, - presente nella creazione della clorofilla, collabora alla fotosintesi, - favorisce l'attività delle vitamine e stimola la crescita.
Molibdeno (Mo)	<ul style="list-style-type: none"> - È importante nel processo di riduzione dei nitrati (i nitrati devono essere ridotti prima dell'assimilazione), - è un componente metallico di molti enzimi.
Ferro (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> - È una parte importante della clorofilla e di alcune proteine nelle albumine, - collabora alla maggior parte dei processi della pianta, molto importante nella respirazione, - aiuta il trasporto dell'energia, nelle reazioni riduttive e funge da catalizzatore.

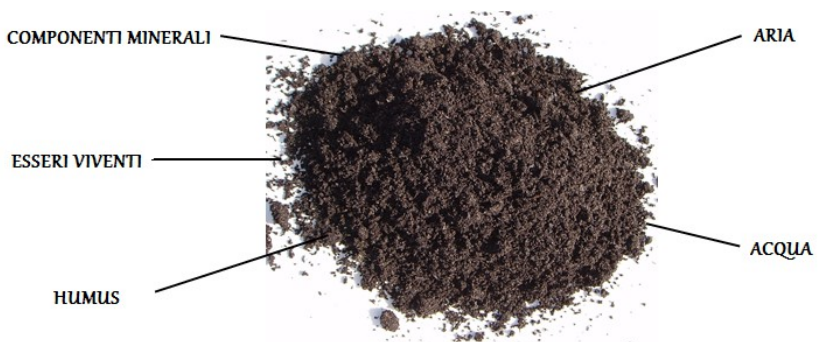
Mobilità dei nutrienti

La disponibilità dei nutrienti minerali dipende da fattori chimici quali il totale, la forma chimica dell'elemento e il legame del nutriente

minerale con altri ioni o con il terreno, ma anche da fattori fisici, in particolare dalla disposizione nel terreno e dalla mobilità. Tra gli elementi con una buona mobilità elenchiamo l'azoto, il fosforo, il potassio, il magnesio, il cloro; la loro carenza si nota soprattutto sulle foglie più vecchie. Tra gli elementi con una mobilità media elenchiamo il boro, il ferro, lo zinco, il rame e il molibdeno; quelli con una mobilità scarsa sono invece il calcio e il manganese. I sintomi di carenza si manifestano prima sulle parti più piccole delle piante.

I FATTORI PRINCIPALI DELLA FERTILITÀ DEL TERRENO

Il terreno costituisce una formazione naturale sulla superficie della crosta terrestre. Ha la capacità di fornire acqua, nutrienti minerali e ossigeno e alle piante, aiutandole nella crescita e nello sviluppo. Si compone di particelle minerali, sostanze organiche, acqua e aria.



Oltre ai nutrienti disponibili nel terreno, influiscono sulla fertilità anche altre caratteristiche del terreno. Le più importanti sono: **l'acidità, il contenuto di sostanze organiche, la tessitura e la struttura del terreno.**

L'acidità del terreno (valore del pH)

Un efficace assorbimento dei nutrienti dipende molto anche dal valore del pH del terreno. In presenza di un valore inadeguato del pH,

la ricezione di alcuni nutrienti risulta più difficoltosa. In linea di massima, un valore del pH mediamente acido (5,6--6,7) favorisce l'assorbimento dei nutrienti da parte della pianta.

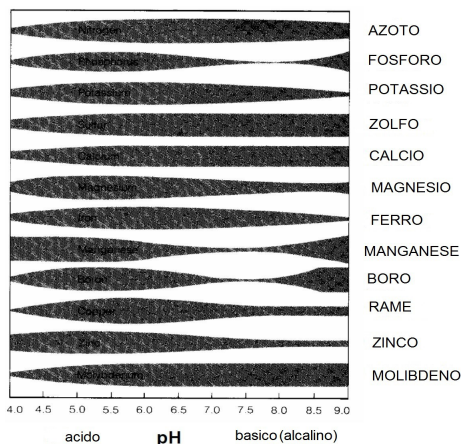


Figura 3: Impatto del valore del pH sull'accessibilità dei nutrienti

Il valore del pH ottimale è allo stesso tempo molto importante per il mantenimento di una struttura stabile del terreno, la creazione del humus, l'attività biologica, l'umidità del terreno... Ogni coltura ha una gamma di valori del pH ottimali per la crescita e lo sviluppo; la maggior parte delle colture prospera in un terreno mediamente acido e neutrale, mentre alcune colture, come ad esempio il mirtillo, necessitano di un terreno acido. Il valore del pH ottimale dipende soprattutto dalla tessitura del terreno e dal contenuto di humus. Più è leggero il terreno e più humus contiene, più basso è il valore del pH ottimale.

La reazione del terreno è la conseguenza di innumerevoli fattori e processi che si svolgono nel terreno. I fattori più importanti che influiscono sul valore del pH del terreno sono il contenuto dei cationi basici nel substrato e il processo di pedogenesi. Inoltre influiscono sul valore del pH del terreno anche il contenuto di sostanze organiche nel terreno, l'impatto delle radici delle piante e della fauna terrena e

chiaramente gli interventi dell'uomo sul terreno (la fertilizzazione, la lavorazione).

Tabella 4: Divisione del terreno in base al valore del pH

<i>Tipo di terreno</i>	<i>Valore del pH</i>
<i>Alcalino (basico)</i>	> 7,2
<i>Neutro</i>	6,8-7,2
<i>Leggermente acido</i>	5,6-6,7
<i>Acido</i>	4,5-5,5
<i>Fortemente acido</i>	< 4,5

Sostanza organica

La sostanza organica del terreno si compone di resti vegetali e animali a diversi livelli di decomposizione; *l'humus* invece rappresenta una parte decomposta e alquanto stabile della sostanza organica che i microorganismi hanno già in parte decomposto. A causa del carbonio organico accumulato *l'humus* è di colore marrone scuro. La regola generale è che più scuro è il terreno, maggiore è il contenuto di humus. In tutto ciò va considerato che influiscono sull'intensità del colore la tessitura, la forma del humus e l'attuale umidità del terreno. Un terreno leggero, con la stessa quantità di sostanza organica presenta una colorazione più scura rispetto a un terreno argilloso. Così anche un terreno umido, con la stessa quantità di sostanza organica, risulta più scuro di uno secco. *L'humus* rappresenta la riserva di minerali nel terreno e la fonte di cibo per i microorganismi; migliora l'ariosità e la porosità del terriccio; mantiene l'umidità del terreno; con la sua capacità di legare i nutrienti indirettamente ne impedisce il dilavamento. Una delle qualità più importanti dell'*humus* è quindi la capacità di essere, insieme all'argilla, il magazzino dei nutrienti nel terreno. Se il terreno non avesse queste qualità, durante la vegetazione dovremmo continuamente provvedere all'introduzione di nutrienti minerali, come ad esempio succede nell'idroponica (coltivazione delle piante nell'acqua).

Il terreno è più fertile se contiene più humus. Tale terreno è soffice, arioso e può trattenere tanta acqua. Nel terreno ricco di sostanza organica ci sono anche più organismi, il che favorisce la decomposizione delle sostanze organiche e la formazione dell'humus. Grazie all'attività dei microorganismi e di altri animali nel terreno, i nutrienti più difficilmente accessibili si trasformano in forme più facilmente accessibili, e ciò determina anche una struttura a grana fine del terreno. La decomposizione della sostanza organica viene accelerata da un clima caldo-umido e da un trattamento intensivo (la produzione intensiva richiede un elevato consumo di humus). Nello strato di lavorazione si consiglia di avere un'elevata quantità di sostanza organica o humus. D'altro canto, ciò lega, oltre ai nutrienti, anche gli inquinanti, che con il tempo, con una sistematica mineralizzazione, passano nella soluzione terrena e diventando così accessibili alle piante. Un eccessivo aumento dell'humus può causare anche la perdita di nutrienti, soprattutto dell'azoto.

Nell'humus si conserva il 90% dell'azoto che si mineralizza. Molti autori indicano che con l'1% di humus si sprigionano circa 30-40 kg di azoto per ettaro all'anno. Quindi aumentando a dismisura il contenuto di humus, o comunque oltre una soglia ottimale, aumentiamo anche le riserve di azoto nel terreno e il **pericolo di inquinamento ambientale** - la falda con i nitrati e l'atmosfera con l'ossido nitroso (N₂O) distruggono l'ozono nell'atmosfera!

Tabella 5: Suddivisione del suolo in relazione al contenuto di humus (Blume, 1992)

<i>Percentuale di humus nel terreno</i>	<i>Classificazione del terreno</i>
< 1	Molto povero
1-2	Mediamente dotato
2-4	Ben dotato
4-8	Ricco
8-15	Molto ricco

Il valore ottimale della sostanza organica, ossia humus, nel terreno si differenzia in base al tipo di coltura. Così, ad esempio, il contenuto ottimale di humus nei frutteti è tra 2 e 4 %, negli orti invece ci si aspetta dei valori più alti, tra il 5 e l'8 %.

Tessitura del terreno

Le particelle minerali arrivano nel terriccio con la disgregazione del sostrato. Esse sono di misure diverse: le particelle di scheletro sono di diametro superiore ai 2 mm, mentre le particelle più fini si dividono in sabbia (2 – 0,05 mm), limo (0,05 – 0,002 mm) e argilla (< 0,002 mm). Il rapporto tra le loro parti costituisce la tessitura del terreno. La tessitura è una caratteristica fisica molto importante poiché stabilisce la capacità del terreno di trattenere l'acqua, il movimento dell'acqua nel terreno, l'ariosità, la capacità di lavorazione e la fertilità del terreno. Se prevalgono particelle di sabbia, il terreno è caldo e arioso, ma trattiene male l'acqua e i nutrienti. Il terreno sabbioso viene chiamato anche terreno leggero perché si presta bene alla lavorazione. Il terreno in cui prevalgono particelle argillose e limose è denso, battuto, di scarsa permeabilità all'acqua, poco arioso e di difficile lavorazione. Così per la crescita delle piante coltivate è migliore il terreno di media pesantezza (limoso-argilloso e franca) dove c'è una quantità simile di sabbia, limo e argilla. Tale terreno è di facile lavorazione, trattiene bene l'acqua e le sostanze minerali e scarica bene l'acqua ritenuta.

Per stabilire la tessitura del terreno esistono diversi metodi, che rientrano nella cosiddetta **analisi meccanica**. In base alla parte di argilla, limo e sabbia e con l'aiuto del triangolo di tessitura, stabiliamo la classe di tessitura.

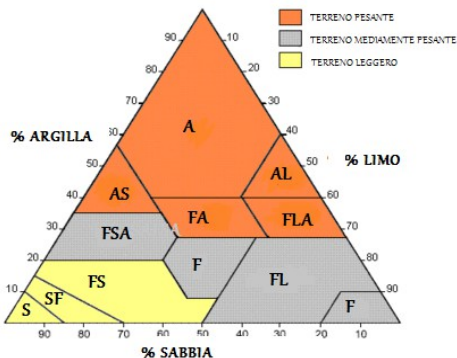


Figura 4: Grafico della classifica di tessitura (Plaster, 1992)

Possiamo controllare il tipo di terreno anche da soli, con una semplice **prova delle dita**, nello stato "umido" del campione, cioè quando strizzando la terra notiamo l'umidità, ma l'acqua non scorre fra le nostre dita. Se il terreno è troppo secco lo inumidiamo, se troppo umido lo asciugiamo.



Impastiamo il campione fra il pollice e l'indice. Così facendo osserviamo la dimensione e la quantità di particelle che possiamo sentire (*grana*), il legame tra le particelle (viscosità e plasticità) e la capacità di modellare il terreno: se dal campione possiamo creare un rotolo, quanto questo risulta resistente e come si può modellare

in seguito.

Così sentiamo nel campione le particelle di sabbia, che sono dure e aguzze. La levigatezza e la scivolosità del terreno sono conseguenza del limo. Un maggiore contenuto di limo dà la sensazione di setosità, mentre la viscosità e la plasticità del terreno sono dovute all'argilla. Se il campione contiene più argilla, possiamo creare un rotolo sottile che piegandosi non si spaccherà. La superficie di un campione argilloso può essere anche ben levigata.

Struttura del terreno

Esprime il modo di collegarsi tra le particelle del terreno (sabbia, limo, argilla e sostanze organiche) in inerti (conglomerati) di diverse forme e dimensioni. La struttura è una caratteristica importante del terreno perché influisce sulla sua porosità, l'accessibilità ai nutrienti per le piante, l'attività dei microorganismi, il rapporto tra macro e micropori e lo sviluppo e la crescita delle radici.

Il terreno sabbioso, che è farinoso e sciolto, e il terreno argilloso, che è battuto, non presentano inerti strutturali ovvero sono scarsamente strutturali. Gli inerti strutturali esistenti possono dissolversi all'impatto con l'acqua; con la lavorazione del terreno invece possiamo contribuire in modo determinante alla preservazione, al miglioramento o addirittura al peggioramento della struttura della terra, influenzando così sulla fertilità del terreno (per esempio l'uso sbagliato di mezzi meccanici agricoli; l'uso di motocoltivatori circolari o a disco con un'umidità inadatta porta a una struttura delle zolle troppo fine, viscosità del terreno umido e l'erosione dei terreni secchi). La struttura si disgrega anche con una eccessiva estrazione delle sostanze organiche dal terreno o l'esclusivo utilizzo di fertilizzanti minerali. Raggiungiamo il rapporto ottimale tra particelle solide, acqua e aria per le piante, se il terreno ha una struttura ben grumosa ovvero stabile.

Tabella 6: Definizione della tessitura del terreno con la prova delle dita

<i>Tessitura</i>	<i>Sigla</i>	<i>Caratteristiche</i>			
		<i>Grana</i>	<i>Morbidezza levigatezza</i>	<i>Viscosità e plasticità</i>	<i>Creazione del rotolo</i>
<i>SABBIA</i>	<i>S</i>	<i>Estremamente granuloso; consistenza farinosa, sciolta.</i>	<i>Non è liscia.</i>	<i>Non è viscosa o plastica; le particelle di terreno non si attaccano alle dita.</i>	<i>Non si riesce a formare un rotolo.</i>
<i>FRANCO SABBIOSA</i>	<i>FS</i>	<i>Molto granulosa; singole</i>	<i>Non è liscia.</i>	<i>Non è viscosa o plastica; il campione</i>	<i>Riusciamo a formare un rotolo molto</i>

<i>FRANCO LIMOSA</i>	FL	<i>particelle di sabbia sono ancora visibili.</i>		<i>comincia ad appiccarsi alle dita e a sporcarle.</i>	<i>grosso che tende a strapparsi.</i>
		<i>Per niente a poco granulosa; solo poche particelle sono visibili e palpabili.</i>	<i>Molto liscia e setosa; tipicamente di aspetto farinoso.</i>	<i>Mediamente viscosa e plastica, si attacca alle dita e le sporca.</i>	<i>Difficile formare un rotolo e si rompe facilmente piegandolo.</i>
<i>FRANCA</i>	F	<i>Mediamente granulosa; visibili solo rare particelle sabbiose.</i>	<i>Mediamente liscia.</i>	<i>Mediamente viscosa e plastica; si attacca alle dita e le sporca.</i>	<i>Molto difficilmente malleabile; si strappa.</i>
<i>FRANCO ARGILLOSA</i>	FA	<i>Leggermente a mediamente granulosa; le particelle sono meramente visibili.</i>	<i>Mediamente liscia; con una lucentezza vellutata e aspetto farinoso.</i>	<i>Poco viscosa e plastica; si attacca alle dita e le sporca.</i>	<i>Il rotolo si plasma e piega bene.</i>
<i>ARGILOSSA</i>	A	<i>Non granulosa a leggermente granulosa; le particelle non sono visibili.</i>	<i>Liscia; con lucentezza vellutata.</i>	<i>Estremamente viscosa e plastica, spalmabile.</i>	<i>Si plasma molto bene in un lungo rotolo sottile e pieghevole, il campione secco in mano è difficilmente friabile.</i>

Disturbi nutrizionali e antagonismi

Senza un adeguato accesso ai nutrienti nella terra, si verificano disturbi nutrizionali, ovvero la mancanza di nutrienti si manifesta sotto forma di deformazione e clorosi (decolorazione delle foglie), che in seguito possono evolvere nel deperimento di singoli tessuti o necrosi. Di conseguenza possiamo osservare un peggioramento della crescita, disturbi di fioritura e maturazione, una qualità inferiore dei frutti...

I produttori spesso vogliono risolvere questi disturbi con l'aumento del dosaggio di fertilizzanti. Soprattutto in presenza di un'elevata acidità ciò è inefficace poiché occorre dapprima rimuovere le cause

che hanno peggiorato la crescita, quindi sistemare il valore del pH del terreno. Inoltre, con una fertilizzazione eccessiva e senza un'adeguata sottrazione dei nutrienti si rischia di inquinare l'ambiente e ridurre la produzione.

I produttori spesso ascrivono i segni dei disturbi nutrizionali a varie malattie delle piante. L'intervento, sebbene necessario, può aggravare ulteriormente le condizioni della pianta, qualora questa presenti segni di una mancanza simultanea di diversi nutrienti (spesso i sintomi sono molto simili), illustrati brevemente nella tabella 7.

Tabella 7: Segni di mancanza di nutrienti nella pianta

Sintomi	N	P	K	Mg	Fe	Cu	Zn	S	Mo	Mn
Ingiallimento dei germogli nuovi					*					*
Ingiallimento delle foglie nuove									*	
Ingiallimento delle foglie vecchie	*		*	*			*			
Ingiallimento tra i nervi delle foglie				*						*
Le foglie vecchie cadono	*									
Le foglie si arricciano in su				*						
Le foglie si arricciano in giù			*			*				
Punte delle foglie nuove bruciate								*		
Punte delle foglie vecchie bruciate	*						*			
Le foglie nuove sono sinuate e arricciate			*				*	*	*	
Zone morte sulle foglie			*	*	*		*			*
Interruzione della crescita	*	*								
Le foglie e/o i fusti sono di colore verde scuro o viola		*								
Le foglie sono di colore verde pallido	*								*	
Sulle foglie si manifestano striscie o macchie							*			
Foglie ristrette	*									
I fusti si rammoliscono	*		*							
I fusti si induriscono, si spezzano		*	*							
Piccoli fori sulle foglie			*					*		
Interruzione della crescita e crescita di radici aeree		*								
Foglie avvizzite						*				

Antagonismi

Un errato rapporto tra gli elementi nella terra può causare diverse interazioni tra gli elementi stessi. Un'elevata concentrazione di un singolo nutriente può favorire o limitare l'assorbimento di un altro nutriente e, pur avendo nel terreno sufficienti quantità dei singoli

nutrienti, la pianta non riesce ad assorbirli. Per esempio, un'eccessiva quantità di potassio nella terra limita l'assorbimento del magnesio e del boro, così come troppo rame limita l'assorbimento di ferro e manganese. Dall'altro lato una maggiore quantità di potassio favorisce l'assorbimento del ferro e del manganese, l'eccesso di fosforo invece limita la ricezione di ferro, potassio, manganese, calcio e zinco. Una quantità eccessiva di azoto determina uno scarso assorbimento di potassio, boro e rame, mentre stimola la ricezione di magnesio, come illustrato nella figura 5.

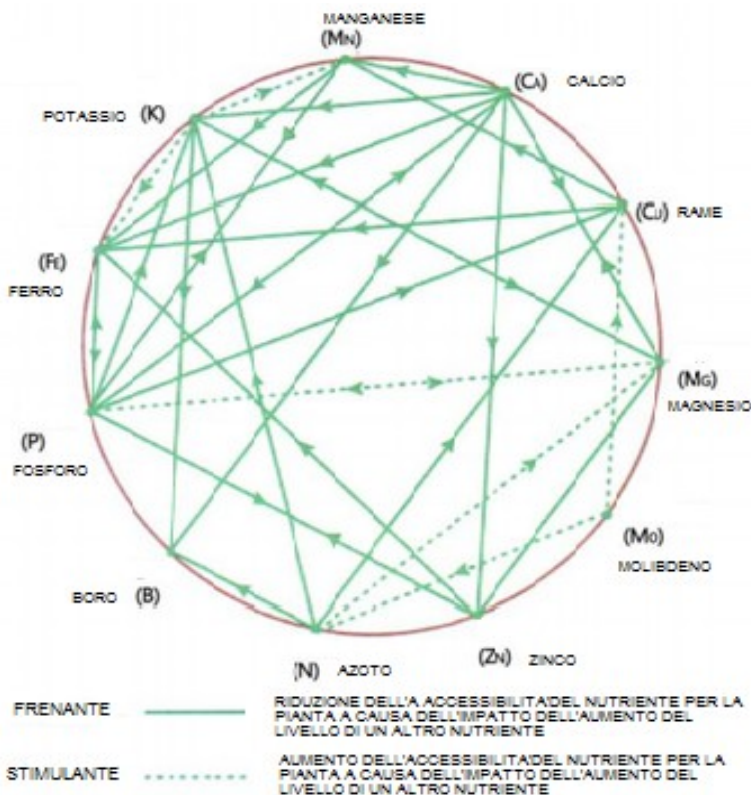


Figura 5: Il grafico di Mulder delle interazioni tra i nutrienti nel terreno

LA BUONA PRASSI AGRICOLA

È vero che gli ortolani, per amore dell'orto, concimano troppo?

Certamente. Come alcuni parenti o nonni mostrano ai bambini il loro amore con i dolciumi, così gli agricoltori amatoriali mostrano l'affetto al proprio orto fertilizzandolo. Inoltre sono convinti che quello che è "naturale" è anche buono e che non può essere mai troppo. Semplificando: un orto di dimensioni medie non ha bisogno di un rimorchio di letame, gli basta una carriola. Anche l'aggiunta di compost e altri concimi organici in questo caso è eccessiva.

Fertilizzazione con basi scientifiche

La necessità di aggiungere nutrienti insorge perché questi vengono sottratti con il prodotto che portiamo via da una certa superficie, dal consumo di piante secondarie (per e. tappeti erbosi, erbacce) e chiaramente dalle perdite che dipendono dal tipo di luogo di crescita (contenuto di humus). La sottrazione di nutrienti si differenzia tra i diversi tipi di piante coltivate e dipende soprattutto dall'asporto con il raccolto.

Lo scopo principale della fertilizzazione è restituire al terreno i principali nutrienti per le piante (N, P, K) che abbiamo rimosso dalla superficie agricola con il raccolto. Se nel terreno non sono presenti nutrienti a sufficienza per i prodotti desiderati, occorre aumentare sistematicamente la loro riserva nel terreno fino all'approvvigionamento ottimale. Con il magnesio (Mg) e i micronutrienti, la cui presenza da noi, tranne eccezionalmente, è sufficiente, si fertilizza solo nel caso in cui si rilevano (verificando l'aspetto della pianta o con l'aiuto dell'analisi chimica del terreno e/o pianta) la loro mancanza nel terreno o nelle piante.

Allo stesso tempo, con l'aggiunta di fertilizzanti organici provvediamo al mantenimento e al miglioramento della struttura del terreno.

Dobbiamo considerare la regola base che bisogna fertilizzare il minimo possibile e nella misura strettamente necessaria! Questo vale sia per la fertilizzazione con fertilizzanti minerali sia per l'utilizzo di

concimi organici! Nel terreno deve quindi esserci anche la giusta quantità di humus, non solo di nutrienti (per e. P e K). **Di fatti occorre tener presente che il troppo - anche nei concimi organici - NON È ECOLOGICO!!!**

Una sproporzione dei singoli nutrienti nel terreno ha un impatto negativo sulla crescita e sullo sviluppo delle piante e sulla qualità del raccolto. In base all'analisi del terreno (se necessario anche delle piante) e con una buona osservazione dello stato fisiologico delle piante, possiamo adattare molto bene la nutrizione delle piante con fertilizzanti minerali e organici.

In ogni caso dobbiamo stare molto attenti nell'utilizzare fertilizzanti, poiché un loro impiego non professionale è soggetto a molti errori. Dobbiamo anche renderci conto che eventuali errori nella fertilizzazione non possono essere eliminati dal giorno alla notte, ma di regola occorrerà lo stesso tempo speso per l'errore!

In conformità con le istruzioni previste da una buona prassi agricola di fertilizzazione, dobbiamo concimare in modo tale che i nutrienti vadano principalmente a vantaggio della crescita e dello sviluppo delle piante coltivate. Dobbiamo impedire le perdite di nutrienti per le piante durante il periodo di crescita e non solo.

Bisogna considerare la normativa sulla protezione delle acque e assicurarsi che i macchinari utilizzati per l'introduzione dei fertilizzanti siano conformi alle vigenti normative tecniche.

Come un nutriente entra nella pianta

Le piante assorbono i nutrienti attraverso le radici, volendo anche attraverso dei fori sulle foglie (nutrizione fogliare). **Occorre però tener presente che la cura del terreno costituisce la fonte principale di nutrizione, mentre la nutrizione fogliare, di norma, è una misura eccezionale;** è infatti un metodo rapido ed efficace per sopperire alla mancanza di nutrienti nella pianta o nel caso di forte siccità, quando

le piante riescono con difficoltà a recepire nutrienti attraverso le radici (un po' come praticare un'infusione ad un uomo). Non possiamo, per esempio, risolvere la mancanza cronica di Mg nella pianta con la fertilizzazione fogliare in presenza di un terreno estremamente ricco di K, che ostacola o inibisce l'assorbimento di Mg. In questo caso dobbiamo prima diminuire il livello di K nel terreno interrompendo la fertilizzazione con tale fertilizzante per alcuni anni, e poi intervenire solo con aggiunte di Mg attraverso le foglie.

La fertilizzazione attraverso le foglie può anche fungere anche da mezzo di fertilizzazione aggiuntivo, quando nel processo produttivo si uniscono due interventi tecnologici. In questo modo si aggiunge alla soluzione per la protezione delle piante anche l'urea che contiene azoto. Di conseguenza non serve più aggiungerne altro tramite l'utilizzo del fertilizzante.

Tipi di fertilizzante

Conosciamo **fertilizzanti organici, minerali e minerali organici**. Con essi garantiamo alle piante i nutrienti necessari alla crescita e allo sviluppo.

Rientrano tra ***i fertilizzanti organici*** il letame (stagionato!), la composta, il colaticcio, il compost, la torba, le feci, la paglia, le ceneri, piante di sovescio eccetera, e sono formati da composti organici, rifiuti vegetali e animali, resti ed escrementi. Nei resti e negli escrementi si trovano di norma pochi o nessun nutriente direttamente raggiungibile dalle piante attraverso le radici. Le sostanze organiche devono prima disgregarsi (tecnicamente indichiamo questo processo con il termine ***mineralizzazione*** della sostanza organica) in modo che le piante le possano usare per nutrirsi.



Figura 6: Mucchio di compost

I **fertilizzanti minerali** sono prodotti industriali. Possono contenere un singolo nutrimento (azoto, fosforo, potassio, micronutrienti) - e in questo caso parliamo di **fertilizzanti semplici o singoli** - oppure una combinazione di nutrienti - **fertilizzanti composti o combinati** (fertilizzanti PK, NPK). Essi contengono nutrienti per le piante in forma di composti anorganici e in pratica costituiscono un nutrimento già pronto per la pianta.



Figura 7: Fertilizzanti minerali

Ogni fertilizzante contiene una certa percentuale di nutriente. Il fertilizzante di azoto KAN contiene il 27% di N, il che significa che in 100 kg di KAN ci sono 27 kg di azoto. Dalla cosiddetta formula, nei fertilizzanti composti, possiamo dedurre, le percentuali di nutrienti principali contenute. Per esempio, la formula del fertilizzante che contiene il 10 % di azoto (N), il 20 % di fosforo (P_2O_5) e il 30 % di potassio (K_2O), è 10-20-30 o 10:20:30. Il primo numero rappresenta sempre la percentuale di azoto, il secondo la percentuale di fosforo e la terza la percentuale di potassio nel fertilizzante. Se uno dei nutrienti principali non è presente nel fertilizzante composto, al suo posto nella formula troviamo uno zero (p.e. 0-20-30).

Un fertilizzante contenente i tre macronutrienti primari (N, P, K), i due nutrienti secondari (Ca, Mg) e il micronutriente (B), riporta la seguente formula:

N-P-K (Ca) (Mg): 10-20-30 (1) (2), con boro (B).

I fertilizzanti organici minerali, oltre ai fertilizzanti minerali, contengono anche una sostanza organica di origine animale o vegetale, ottenuta mediante estrazione o procedure industriali fisiche o chimiche.



Figura 8: Concime minerale organico

Sempre più spesso si sente dire che le piante cresciute senza l'utilizzo di fertilizzanti minerali e sistemi di protezione sono più sane e hanno più valore; che l'utilizzo di fertilizzanti organici e di sostrati sia molto più ecologico dell'utilizzo di fertilizzanti minerali ecc. I risultati delle ricerche, dall'altro canto, mostrano che il letame lascia nella terra un residuo di metalli pesanti (zinco, rame). Inoltre la composizione chimica dei fertilizzanti organici è spesso sconosciuta e molto diversa. Questo vale anche per un grande numero di fertilizzanti organici commerciali (sono disponibili nei negozi agricoli) poiché la legge, al contrario dei fertilizzanti minerali, non prescrive con esattezza come devono essere contrassegnati, e sono carenti anche i controlli sulla loro qualità.

I nutrienti dei fertilizzanti minerali, nel momento in cui vengono assorbiti dalle piante, sono esattamente uguali ai nutrienti che provengono dai fertilizzanti organici, con la differenza che sono più concentrati e mentre i singoli nutrienti (azoto, fosforo...), presenti nei fertilizzanti organici, risultano più diluiti e diversi nel loro insieme.

Forme di fertilizzante

Oltre alla forma dei fertilizzanti e al rapporto dei nutrienti in essi contenuti, è importante anche la forma ovvero la formulazione del fertilizzante. Oggi abbiamo a disposizione numerose forme di fertilizzanti e ognuno ha un suo scopo di utilizzo.

Fertilizzanti idrosolubili e liquidi si usano per la fertilizzazione fogliare nel caso di segni di carenza di un singolo nutriente o in caso di fertilizzazione al momento dell'irrigazione. Il pregio dei fertilizzanti idrosolubili è la veloce accessibilità ed efficacia dei nutrienti. A causa della loro idrosolubilità però si dilavano velocemente dalla zona delle radici. Per questo vanno misurati con cura tenendo conto dell'acqua a disposizione o delle precipitazioni nel periodo del loro utilizzo. Li introduciamo quindi attraverso il sistema di irrigazione o con macchinari per l'introduzione di sostanze



fitofarmaceutiche. Spesso si utilizzano nella concimazione di orti e di piante in vaso con semplici annaffiatori (Kristalon, Polyfeed, Greenmaster ...).

Fertilizzanti classici non idrosolubili sono un tipo di fertilizzante che



contiene uno o più nutrienti legati in una forma non del tutto idrosolubile. Solitamente sono granulati o raramente in polvere, perciò si applicano esclusivamente con lo spargimento. Possiamo usarli per la fertilizzazione a riserva con potassio e fosforo, laddove il rilascio di questi due nutrienti è lento.

Il problema dei nutrienti classici è costituito dall'azoto. L'azoto è un nutriente che in presenza di umidità viene rilasciato dal grano del fertilizzante quasi immediatamente dopo lo spargimento. Così diventa un fertilizzante velocemente disponibile per le piante ma predisposto al dilavamento. Per questo motivo è necessaria una fertilizzazione frequente durante la vegetazione con piccole dosi di fertilizzante (p.e. Agrolinz, Ina Kutina, Hydrocomplex, Multi Comp ...).

A causa dei problemi, soprattutto con l'azoto, nei fertilizzanti classici, spesso vengono usati fertilizzanti con un rilascio dei nutrienti ritardato o controllato.

Fertilizzanti minerali ad azione lenta con stabilizzatori della forma ammoniacale dell'azoto si distinguono da quelli classici per il ritardo della nitrificazione della forma ammoniacale dell'azoto nel fertilizzante. Di fatti la forma azotata dell'azoto (NO_3^-) si dilava velocemente dalla zona delle radici, mentre la forma ammoniacale (NH_4^+) non è soggetta al dilavamento. A causa di processi naturali nel terreno, ai fertilizzanti ad azione ritardata vengono aggiunti degli stabilizzatori della forma ammoniacale, che impediscono il processo naturale di nitrificazione nel terreno.



I fertilizzanti più moderni, il cui utilizzo è il meno opinabile, sono fertilizzanti ad azione controllata. In questi il rilascio di tutti i nutrienti, non solo dell'azoto, è controllato e legato a un periodo temporale più lungo. In questi prodotti le forme di fertilizzante che si sciolgono velocemente sono avvolte in una protezione attraverso la quale può passare l'acqua, per i nutrienti invece è semipermeabile. La composizione e lo spessore della pellicola, l'umidità del terreno e la temperatura influiscono sul tempo di rilascio dei nutrienti nell'ambiente e quindi i fertilizzanti possono agire in un arco di tempo che va dai 2 ai 12 mesi. Il vantaggio di tali fertilizzanti è il rilascio controllato di tutti i nutrienti con il quale si impedisce qualsiasi dilavamento dei nutrienti dalla zona delle radici nella falda (p.e. Osmocote, Entec, Indigrow ...).



Come fertilizzare?

Con l'azoto fertilizziamo annualmente (tranne i legumi) in base alle necessità delle singole colture, al raccolto atteso, alla situazione del seminato o della coltura e certamente tenendo conto della fertilizzazione con i fertilizzanti organici e la fertilità del terreno. La maggior parte delle piante coltivate nelle nostre condizioni di coltivazione richiede addirittura una concimazione con l'azoto doppia o tripla. **L'azoto**, al contrario del fosforo e del potassio, si dilava velocemente dal terreno e può passare, in forma di nitrati, nella falda, **perciò va aggiunto gradualmente oppure quando le piante ne hanno bisogno ovvero nel periodo di crescita intensiva.**

Anche il fosforo (P) e il potassio (K) vengono di solito usati ogni all'anno, per questo da noi solitamente si usano i fertilizzanti NPK. Al contrario di N fertilizziamo con P, K e Mg soltanto una volta l'anno. **La dose di P, K e Mg viene stabilita in base alla necessità pluriennale di questi nutrienti** o in base alla loro presenza nel terreno. La necessità del singolo nutriente viene bilanciata nel corso di un lungo periodo (5

anni o più).

Pur semplificando, possiamo ragionevolmente affermare, che con l'azoto fertilizziamo le piante, con il fosforo, il potassio e gli altri nutrienti invece il terreno.

Se per la fertilizzazione usiamo ad esempio il letame, dobbiamo renderci conto che contiene la maggior parte dei nutrienti in forma organica, quindi non immediatamente accessibili alla pianta e che si devono dissolvere. Perciò la cosa migliore è mettere il letame nel terreno in autunno, dandogli la possibilità di disgregarsi fino alla primavera.

Calcificazione

Il valore del pH del terreno è uno dei parametri più importanti che dobbiamo conoscere per garantire una crescita ottimale delle piante. Come già detto, il valore del pH ha un forte impatto perché influisce fortemente sull'accessibilità dei nutrienti per le piante, sulla deposizione di sostanze tossiche nelle piante e sui microorganismi nel terreno. Quando il valore del pH scende sotto il 5,5, per molte piante già iniziano i problemi. Oltre a un raccolto peggiore a causa di un assorbimento inferiore dei nutrienti (K, Ca, Mg), si possono già notare i segni della tossicità di manganese, ferro e alluminio. Possiamo aumentare il valore del pH aggiungendo ceneri alla terra, ma il metodo più frequente per l'aumento del valore del pH è la **calcificazione**.

La calcificazione, e con essa l'aggiunta di calcio, ha un ruolo importante anche nella formazione di particelle strutturali nel terreno. In una sufficiente quantità di calcio il terreno è grumoso, il che determina una maggiore ariosità del terreno. Tale terreno riesce a trattenere l'umidità più a lungo e in più le quantità più grandi di metalli pesanti sono meno mobili.

Dall'altro lato dobbiamo renderci conto che con una calcificazione eccessiva possiamo fare un errore grave perché è più facile

aumentare che diminuire il valore del pH del terreno. **Perciò, prima di ogni iniziativa per la variazione del valore del pH bisogna assolutamente effettuare un'analisi del terreno.**

Calcifichiamo soltanto se l'analisi mostra un'elevata acidità del terreno per la produzione di una certa cultura! Il tipo di fertilizzante a base di calce, la quantità, il tempo e il metodo di calcificazione dipendono da più fattori (l'acidità, il tipo di terreno, il tipo di piante...) perciò prima di effettuarla consultate un esperto! E 'generalmente accettato che l'importo annuo di calcificazione non possono superare il 15 dt CaO / ha in terreni leggeri, 20-25 dt CaO / ha nel terreni mediamente pesanti e 30 dt / ha in terreni pesanti.

Analisi del terreno

L'analisi del terreno rappresenta un ottimo strumento o aiuto per il controllo della fertilità del terreno e una base tecnica per la fertilizzazione. Con una fertilizzazione sbagliata o una fertilizzazione "selvaggia" possiamo infatti rompere l'equilibrio tra i nutrienti presenti nel terreno e peggiorare le caratteristiche fisiche del terreno. Inoltre si manifesta anche il problema dell'inquinamento ambientale.

L'analisi ci permette di:

- inserire il terreno in diverse classi in base al rifornimento,
- scoprire gli influssi negativi sul terreno (acidità, terreno povero di nutrienti, eccesso di nutrienti nel terreno),
- rilevare la capacità produttiva su nuovi terreni,
- avere delle linee guida e delle istruzioni per la fertilizzazione,
- prevenire interventi sbagliati nella produzione di piante coltivate, per non diminuire la fertilità del terreno, ma migliorarla.

Il momento migliore per la campionatura del terreno è tra la raccolta e la successiva fertilizzazione. Non farà male seguire il consiglio di non effettuare la campionatura prima di circa tre mesi dall'ultima fertilizzazione o immediatamente dopo la pioggia. L'analisi chimica del terreno andrebbe di norma effettuata ogni 4 o 5 anni.

Rileviamo i campioni con l'ausilio di una sonda o anche una pala stretta (vanga).



Figura 6: Sonda per il campionamento del terreno

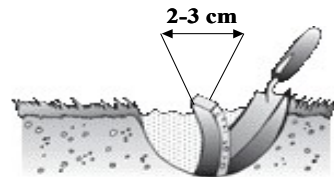


Figura 7: Campionatura con la vanga

Per la campionatura abbiamo bisogno anche di un secchio pulito e di un sacchetto (di carta o plastica), dove conservare il campione.

Durante la campionatura ci muoviamo sulla particella a forma di lettera W ed effettuiamo il numero necessario di tagli con la sonda o con la vanga. Utilizzando la vanga scaviamo fino alla profondità di campionatura. La fossa deve avere le pareti verticali e preleviamo uno strato di spessore uniforme di terra dalla superficie alla profondità desiderata.

La profondità di campionatura dipende dal tipo di piante coltivate. Sui prati e sui pascoli consigliamo una campionatura fino alla profondità di 6 cm, nel caso di ortaggi fino ai 10 cm, nei campi fino alla profondità dell'arativo (ca. 30 cm), in piantagioni permanenti (frutteti, vigneti, oliveti) invece preleviamo un campione dalla

profondità da 0 ai 40 cm. Rimuoviamo i tappeti erbosi dal punto di campionatura. É importante prelevare il campione da tutta la profondità consigliata.

Un campione medio del terreno per l'analisi viene preparato unendo sub-campioni prelevati in più punti, sparsi in modo uniforme su tutta la zona di campionatura. I sub-campioni vengono deposti in un secchio pulito, a fine campionatura vengono mescolati e da essi preleviamo un campione medio per l'analisi che mettiamo nel sacchetto. Per l'analisi sono sufficienti 0,50 kg di terra.

Subito dopo il prelievo etichettiamo in modo adeguato i campioni. Sul sacchetto del campione bisogna apporre un'etichetta (o foglietto impermeabile) con i seguenti dati: nome e cognome, indirizzo del proprietario della particella, sigla della particella (nome comune o numero di particella con comune catastale o numero GERK), la coltura e le analisi desiderate. Sono decisivi i dati sull'acidità o basicità del terreno - valore del pH, contenuto di P_2O_5 e K_2O e la quantità di sostanze organiche. In alcuni casi (solitamente in caso di manifesta mancanza di un certo nutriente) possiamo decidere di analizzare parametri aggiuntivi, p. e. il contenuto di Mg, B, calcare attivo...

Interpretazione dei risultati dell'analisi del terreno

I risultati delle analisi della terra solitamente vengono espressi in mg/100 g di terreno per P_2O_5 in K_2O , la quantità di sostanza organica invece in percentuale di humus. Un risultato di analisi uguale non significa sempre la stessa quantità di nutriente accessibile alle piante, né la stessa azione del nutriente. Valutando i risultati dell'analisi del terreno bisogna tener conto così delle diverse caratteristiche del terreno, come anche il tempo e la capacità delle singole specie di piante per una migliore o peggiore ricezione dei nutrienti (p.e. in terreni battuti, pesanti e di pessima struttura, per una sufficiente nutrizione delle piante servono maggiori quantità di K_2O accessibile che in terreni più leggeri e strutturati). Non è inoltre indifferente se l'analisi riguardo al fosforo e al potassio accessibili viene fatta in un

laboratorio in Slovenia o in Germania, Austria, Italia. Da noi e in tutte le repubbliche dell'ex Jugoslavia, come anche in Ungheria, Norvegia... analizziamo il terreno per il P e il K accessibili con il cosiddetto metodo AL che da dei valori leggermente superiori, espressi in mg P_2O_5 e K_2O per 100 g di terreno, i metodi standard p.e. in Germania, Austria e Italia invece sono DL e CAL, che danno valori inferiori.

In base ai risultati delle analisi possiamo dividere i terreni in 5 gradazioni o classi di rifornimento di P_2O_5 e K_2O . I valori limite per le singole classi variano leggermente da coltura a coltura.

Il nostro obiettivo è raggiungere il **rifornimento C**. Se il terreno non ha un rifornimento ottimale (A,B) fertilizziamo di più di quanto è stato tolto con il raccolto. Se il terreno è rifornito in modo ottimale (grado C) è sufficiente restituire con i concimi quanto è stato tolto con la raccolta. Se invece il terreno è già fornito di un nutriente in modo eccessivo o addirittura estremo (grado D o E) allora con il fertilizzante restituiamo soltanto la metà di quanto tolto (D) o temporaneamente - per alcuni anni, fino a una nuova analisi - con quel fertilizzante non fertilizziamo (grado E).

Tabella 7: Valori limite per il fosforo e il potassio secondo il metodo AL nella ortofrutticoltura

<i>Livello/classe di Stato di approvvigionamento</i>		<i>P_2O_5</i> <i>(mg/100 g)</i>	<i>K_2O</i> <i>(mg/100 g)</i>
<i>A</i>	<i>Molto scarsa</i>	<i>< 6</i>	<i>< 10</i>
<i>B</i>	<i>Scarsa</i>	<i>6-12</i>	<i>10-19</i>
<i>C</i>	<i>Ottimale</i>	<i>13-25</i>	<i>20-30</i>
<i>D</i>	<i>Elevata</i> <i>(Eccessivo)</i>	<i>26-40</i>	<i>31-40</i>

<i>E</i>	<i>Molto elevata (Estremo)</i>	<i>> 40</i>	<i>> 40</i>
----------	------------------------------------	----------------	----------------

Analisi fogliari

Il rifornimento nel terreno di nutrienti si manifesta con il contenuto dei nutrienti nella pianta. Perciò si può anche valutare dal contenuto di un nutriente nelle piante, in determinate parti delle piante (solitamente le foglie) o nella linfa, il rifornimento di nutrienti nel terreno. Può inoltre succedere che l'analisi ci mostri un buon rifornimento di un dato nutriente, ma nonostante ciò sulle piante notiamo segni di carenza. Questo è spesso causato dalla presenza di antagonisti nel terreno. In questi casi è necessaria ***l'analisi delle foglie***. L'analisi delle foglie nella prassi non è tanto conosciuta ma ci permette di controllare il giusto livello di nutrizione delle piante nel periodo di crescita ed è soltanto un metodo aggiuntivo agli altri metodi di controllo della fertilizzazione.

La capacità di assorbimento dei nutrienti attraverso le radici e l'accessibilità dei nutrienti variano molto a seconda delle caratteristiche del terreno, del calore e del contenuto di acqua. Osservando lo sviluppo delle piante e tenendo in considerazione i dati dell'analisi del terreno, l'analisi fogliare può dare una visione migliore dello stato e della dinamica dell'accessibilità dei nutrienti nel terreno. Negli ultimi anni, da quando oltre ai metodi tradizionali di fertilizzazione attraverso il terreno, sta prendendo sempre più piede la c.d. *fertilizzazione fogliare* (attraverso le foglie), tali analisi sono sempre più frequenti. Di norma si analizzano le foglie riguardo a N, P, K, Ca e Mg, occasionalmente anche per altri elementi, soprattutto i micronutrienti come il boro, il manganese, il ferro, lo zinco, il rame e il molibdeno.

N-min

Mentre la determinazione pratica delle necessità di P, K, Mg... con l'analisi chimica del terreno è nota già da più di mezzo secolo, si usano metodi di determinazione del bisogno di N accettabili per la

prassi soltanto dagli ultimi trenta anni. *Con il metodo N-min (min sta per minerale)* stabiliamo soprattutto il contenuto di azoto nitrato che è al momento a disposizione della pianta a livello di radici. In base alla misurazione N-min e conoscendo il valore obiettivo di azoto che una pianta deve avere a disposizione in un determinato periodo dello sviluppo, possiamo calcolare il bisogno di aggiungere l'azoto ai fertilizzanti minerali. Questo metodo viene utilizzato da noi da anni nell'agricoltura e nella produzione di verdure, all'estero invece anche nella coltivazione del luppolo e nella viticoltura.

SCELTA DELLE PIANTE E ROTAZIONE

La scelta del giusto tipo di pianta, specie e base e una giusta rotazione, con il contemporaneo mantenimento o miglioramento della fertilità del terreno sono le condizioni per un raccolto sufficiente e di buona qualità. Bisogna conoscere le caratteristiche del terreno e il suo rifornimento di nutrienti da un lato e le necessità e i limiti delle piante fertilizzate dall'altro.

Scelta delle piante in base all'acidità ottimale del terreno

La maggior parte delle piante cresce meglio su terreni neutrali, dove hanno accesso a tutti i nutrienti necessari, e che sono allo stesso tempo adatti allo sviluppo di microorganismi utili.

Diverse specie di piante crescono bene in diverse aree di valore del pH del terreno. Con una sbagliata acidità del terreno cresceranno peggio, daranno un raccolto inferiore, col tempo potrebbero anche deteriorarsi.

Tabella 8: Valore ottimale del pH del terreno per frutteti e vigneti

<i>SPECIE DI FRUTTA</i>	<i>Valore del pH (misurato nel cloruro)</i>
<i>Castagni</i>	4,0–5,5 e al massimo il 3 % di calcare attivo
<i>Ulivi</i>	6,5–8,5
<i>Mirtilli</i>	3,4–4,5
<i>Altre specie di frutta</i>	5,5–7,0
<i>Vigneto</i>	5,5–7,5

Valori ottimali di pH per le superfici erbose/tappeti erbosi: 5,5-6,3.

Il valore ottimale del pH per le derrate è tra 6,0 e 7,0:

- il terreno acido (5,5 e oltre) è supportato bene dalle patate,
- sono sensibili al terreno acido la barbabietola da zucchero e da foraggio, il cavolo.

Tabella 9: Valore ottimale del pH del terreno in superficie (ortaggi)

<i>Sensibili (pH 6,8–6,0)</i>	<i>Mediamente sensibili (pH 6,8–5,5)</i>	<i>Poco sensibili (pH 6,8–5,0)</i>
<i>Bietola</i>	Fagioli	Radicchio
<i>Broccoli</i>	Cavolo di Bruxelles	Lattughella
<i>Cavolfiore</i>	Carota	Indivia
<i>Cipolla</i>	Cetrioli	Anice dolce
<i>Cavolo cinese</i>	Melanzana	Patate
<i>Melone</i>	Aglio	Rabarbaro
<i>Barbabietola</i>	Zucchini	Scalognò
<i>Pastinaca</i>	Cren	Anguria

<i>Porro</i>	Verza	
<i>Lattuga</i>	Cavolo rapa	
<i>Asparago</i>	Prezzemolo	
<i>Spinacio</i>	Piselli	
<i>Sedano</i>	Ravanello mensile	
<i>Cavolo</i>	Pomodoro	

Rotazione

La rotazione è lo scambio di specie vegetali secondo un ordine preciso sulla stessa superficie di coltivazione. In genere vale il principio che tra la prima e la successiva semina della stessa specie vegetale devono passare almeno quattro anni, altrimenti una rotazione troppo frequente della stessa coltura sulla superficie di coltivazione porta a:

- un consumo unilaterale dei nutrienti,
- un insufficiente rifornimento di nutrienti per le piante,
- l'accumulo di insetti nocivi e malattie sul terreno,
- l'accumulo di escrementi velenosi delle piante,
- un aumento delle erbacce,
- una riduzione della qualità e della quantità del raccolto,
- degrado delle piante.

Con una rotazione ampia e varia (con lo scambio delle famiglie di piante) preserveremo piante e terreno e otterremo raccolti di qualità.

Nella rotazione dobbiamo stare attenti a coprire il terreno con l'introduzione di colture di copertura e seminati intermedi per impedire il dilavamento dei nutrienti e l'erosione.

PRECAUZIONI AMBIENTALI

Vediamo la fertilizzazione anche dal punto di vista della protezione ambientale. Gli eccessi di nutrienti si dilavano nell'ambiente e quindi inquinano l'acqua e l'aria.

Dilavamento in strati inferiori

Tutti gli eccessi di nutrienti che le piante non consumano si possono dilavare negli strati più profondi. Qui è problematico soprattutto l'azoto che si dilava più velocemente. Per fortuna negli orti si utilizza soprattutto la forma organica, dove il rilascio dell'azoto è comunque graduale; con l'utilizzo dell'azoto minerale invece il dilavamento è veramente problematico in quanto con il dilavamento l'azoto scende nella falda sotto forma di nitrati.

La Slovenia ha in genere un'elevata quantità di precipitazioni e perciò i nutrienti si dilavano anche durante il periodo di crescita delle piante. In quei momenti la concentrazione dei nutrienti, a causa della fertilizzazione, è elevata e il pericolo di inquinamento ancora maggiore.

Evaporazione nell'aria

Nella mineralizzazione dell'azoto si formano anche i gas di serra (N_2O , NH_3) e il rilascio dei gas di serra causa il buco nell'ozono.

Immagazzinamento nella pianta

I nitrati si immagazzinano nella pianta sotto forma di nitrati (NO_3^-). La quantità di nitrati immagazzinata dipende dalla pianta; il contenuto maggiore si trova nella lattuga. Il nitrato in se non è nocivo, sotto l'influsso dei processi microbiologici però si può trasformare in nitrito (NO_2^-), che è tossico.

Nella fertilizzazione con basi scientifiche i nitrati (nitriti) non sono eccessivi, soprattutto per questo non bisogna esagerare con la fertilizzazione.

Metalli pesanti

La fertilizzazione con fertilizzanti animali può presentare un problema ambientale anche perché il letame contiene metalli pesanti e altri inquinanti.

Dunque, riassumendo in breve:

- **Fertilizziamo soltanto lo stretto necessario!**
- **Calcoliamo la quantità di fertilizzante necessaria in base al rifornimento di nutrienti nel terreno rilevato dalle analisi del terreno e in base alle necessità della coltura. Scegliamo il tipo e la formulazione del fertilizzante soprattutto in riferimento al tempo e al tipo di trattamento.**
- **Prima della fertilizzazione, ogni 4-5 anni effettuiamo l'analisi del terreno, se necessario anche le analisi fogliari, soprattutto se tra la vegetazione notiamo un peggioramento della crescita o segni di carenza dei nutrienti o se a causa di condizioni atmosferiche anomale le piante subiscono situazioni di stress.**
- **Il campione per l'analisi deve essere medio, il che significa che va prelevato da diversi punti della particella e fino alla profondità raccomandata.**
- **Prima di decidere sulla coltivazione di una certa coltura occorre sapere su quale reazione del terreno (pH) questa prospera meglio. Se sono necessarie modifiche all'acidità del terreno, dobbiamo effettuarle prima della semina.**
- **Manteniamo la fertilità del terreno fertilizzando in modo ragionevole, tenendo conto anche dell'ambiente, ovvero senza inquinare.**

GLOSARIO DEI TERMINI

TERRENO: formazione naturale sulla superficie della crosta terrestre che ha la capacità di rifornire le piante con acqua, nutrienti minerali e ossigeno e gli dà sostegno per la crescita e lo sviluppo. Si compone di particelle minerali, sostanze organiche, acqua e aria.

TERRA: termine "popolare" per il terreno come sostrato per le piante o per il possedimento.

TERRICCIO: - termine "popolare" e "tecnico" per la parte superiore del terreno, ricca di humus che possiamo lavorare,
- sostrato nel quale crescono le piante (da vaso).

STRUTTURA (del terreno): disposizione o unione di particelle di sabbia, limo, argilla o di sostanze organiche inerti di diverse forme e dimensioni.

TESSITURA DEL TERRENO: composizione del terreno in base alla percentuale di sabbia, limo e argilla.

SOSTANZA ORGANICA (nel terreno): resti vegetali e animali nel terreno in diverse fasi di decomposizione.

HUMUS: resti di piante, animali e microorganismi decomposti, alquanto resistenti che i microorganismi hanno in parte già dissolto.

MINERALIZZAZIONE: processo di decomposizione della sostanza organica in semplici composti anorganici (acqua, monossido di carbonio, composti di azoto, fosforo, zolfo...) e minerali che le piante possono nuovamente recepire come nutrienti.

METALLI PESANTI: metalli la cui densità supera i 5 g/cm^3 e che nell'ambiente appaiono solo in concentrazioni minime (rame, ferro, manganese, zinco, cobalto, cadmio, stagno, piombo, argento vivo).

ACIDITÀ ECCESSIVA (DEL TERRENO): abbassamento del valore del pH sotto l'influsso di agenti esterni.

FERTIRRIGAZIONE: processo di aggiunta di fertilizzanti minerali o organici al momento dell'irrigazione.

IDROPONICA: coltivazione di piante nell'acqua (senza sostrato/terriccio).

SOSTANZE FITOFARMACEUTICHE: preparati che in agricoltura si usano per la protezione delle piante e del raccolto dalle cause di malattie e dalle erbacce.

FONTI

Leskošek, Mirko; 1993: Gnojenje. ČZP Kmečki glas, Ljubljana.

Volk, Matjaž e Cernatič, Filip; 2011: Ali je res, da vrtničkarji iz ljubezni do vrtov preveč gnojijo? Tesi di ricerca.

Jamnik, Brigita et al; 2009: Vrtničkarstvo v Ljubljani. Založba ZRC, Ljubljana.

Mihelič, Rok et al.; 2010: Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ministero dell'Agricoltura, Foreste e Alimentazione, Lubiana

Furlan, Janez; 1977: Fiziologija prehrane in presnova rastlin. Partizanska knjiga, Ljubljana.

Slamič, Borja; 2014: Rast rastlin pri ekstremni založenosti tal. Tesi di ricerca.

<http://www.deloindom.si/tezave-nasveti/tla-na-vrtovih-analiza-hitro-pokaze-vzrok-tezav>

<http://www.analiza-zemlje.si/>

<http://www.ponnod.com/>

http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2711/Gradiva_Vodnik_Predavanja_Bolonja/Vodnik_P_Bolonja_AG-UNI-Fiziologija_rastlin_Minerali-1del-2008-09.pdf

<http://sl.wikipedia.org/>