

LIFE14 CCA/GR/000389 - AgroClimaWater
Promoting water efficiency and supporting
the shift towards a climate resilient agriculture
in Mediterranean countries

Deliverable D1: Monitoring protocols for each
parameter monitored

Action D.1: Good agricultural practices monitoring in the
pilot farms

Action: D1
Release: Final version
Action responsible: UNIBAS
Contribution to action's implementation: IOTSP

JUNE 2017



Project LIFE14 CCA/GR/000389–AgroClimaWater is implemented with the contribution of the LIFE Programme of the European Union and project's partner scheme

Blank on purpose

Terminology / Abbreviations

Term	Description
Al	Aluminium
AWMS	Agriculture Water Management System
C	Carbon
Ca	Calcium
CaCO ₃	Calcium carbonate
cm	Centimetre
CO ₂	Carbon dioxide
Cr(SO ₄) ₃	Anhydrous chromium(III) sulfate
Cu	Copper
EC	Electric conductivity
ET _o	Evapotranspiration
Fe	Iron
FeSO ₄	Iron(II) sulphate
g	Gram
H ₂ SO ₄	Sulfuric acid
H ₃ PO ₄	Phosphoric acid
ha	Hectare
HCl	Hydrogen chloride
K	Potassium
K ₂ Cr ₂ O ₇	Potassium dichromate
Kc	Crop coefficient
Kr	Reduction coefficient
kg	Kilogram
l	Litre
LAI	Leaf Area Index
m ²	Square metre
m ³	Cubic metre
Max	Maximum
Med	Medium
META	Metapontino
Mg	Magnesium
mg	Milligrams
Min	Minimum
min	Minutes
ml / mL	Millilitre
mm	Millimetre
Mn	Manganese
N	Nitrogen
N	Normality
NaHCO ₃	Sodium bicarbonate
NO ₃ -N	Nitrate
NVZ	Nitrate Vulnerable Zone
P	Phosphorus
Pe _{ff} / E _r	Effective rainfall

ppm	Parts-per million
Ptot	Total rainfall
rpm	Revolutions per minute
t	Tonne
Ur	Relative humidity
V	Volt
v/v	Volume/Volume
WR	Water Requirement
Zn	Zinc
εκ.	Εκατοστά
Η/Υ	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
°C	Degree of Celsius
π.χ.	Παραδείγματος Χάριν

CONTENTS

INTRODUCTION.....11

PART A – PROTOCOLS FOR THE CRETAN SITES12

1. PROTOCOL M.1: RECORDING OF CULTURAL PRACTICE APPLICATION IN CONTROL AND DEMONSTRATION PLOTS.....15

 1.1 INTRODUCTION15

 1.2 FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....15

 1.3 QUALITY CONTROL PROCEDURE.....15

2. PROTOCOL M.2: RECORDING SOIL MOISTURE16

 2.1 INTRODUCTION16

 2.2 METHODOLOGY.....16

 2.2.1 Recording soil moisture system16

 2.2.2 Tubes installation16

 2.2.3 Soil moisture measurement system16

 2.2.4 Moisture measurement16

 2.2.5 Checking memory and battery16

 2.2.6 Data transferring17

 2.3 FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....17

 2.4 DATA QUALITY CONTROL17

3. PROTOCOL M.3: RECORDING OF LEAF AREA INDEX - LAI18

 3.1 INTRODUCTION18

 3.2 METHODOLOGY.....18

 3.3 FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....18

 3.4 DATA QUALITY CONTROL18

4. PROTOCOL M.4: SOIL SAMPLING AND ANALYSIS20

 4.1 INTRODUCTION20

 4.2 METHODOLOGY.....20

 4.2.1 Soil sampling / primary sampling management.....20

 4.2.2 Sampling and processing in the lab20

 4.3 FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....20

 4.4 DATA QUALITY CONTROL21

5. PROTOCOL M.5: LEAF SAMPLING AND ANALYSIS22

 5.1 INTRODUCTION22

 5.2 METHODOLOGY.....22

 5.2.1 Leaf sampling/primary sampling management22

 5.2.2 Sampling and processing in the lab22

 5.3 FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....22

 5.4 DATA QUALITY CONTROL23

6. PROTOCOL M.6: NITRATE LEACHING24

 6.1 INTRODUCTION24

6.2	METHODOLOGY.....	24
6.2.1	Soil sampling	24
6.2.2	Sampling and processing in the lab	24
6.2.3	Nitrate leaching	24
6.3	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	24
6.4	DATA QUALITY CONTROL	25
7.	PROTOCOL M.7: RECORDING OF IRRIGATION WATER USE	26
7.1	INTRODUCTION	26
7.2	METHODOLOGY.....	26
7.3	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	26
7.4	DATA QUALITY CONTROL	26
8.	PROTOCOL M.8: RECORDING FRUIT YIELD	28
8.1	INTRODUCTION	28
8.2	METHODOLOGY.....	28
8.3	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	28
8.4	DATA QUALITY CONTROL	28
9.	PROTOCOL M.9: SAMPLING AND ANALYSIS OF RUNOFF SAMPLES OF WATER AND SOIL	29
9.1	INTRODUCTION	29
9.2	METHODOLOGY.....	29
9.2.1	Sampling and samples management.....	29
9.2.2	Analysis	29
9.3	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	29
9.4	DATA QUALITY CONTROL	30
10.	PROTOCOL M.10: MONITORING METEOROLOGICAL DATA	31
10.1	INTRODUCTION	31
10.2	METHODOLOGY.....	31
10.3	ESTIMATION OF IRRIGATION NEEDS	31
10.4	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	32
10.5	DATA QUALITY CONTROL	32
	PART B – PROTOCOLS FOR THE ITALIAN SITES.....	33
1.	PROTOCOL M.1: RECORDING OF CULTURAL PRACTICE APPLICATIONS IN CONTROL AND DEMONSTRATION PLOTS	36
1.1	INTRODUCTION	36
1.2	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	36
1.3	QUALITY CONTROL PROCEDURE.....	36
2.	PROTOCOL M2: SOIL MOISTURE	37
2.1	INTRODUCTION	37
2.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	37
2.3	ANALYSIS PROCEDURE AND DATA QUALITY CONTROL.....	37
3.	PROTOCOL M.3: RECORDING OF LEAF AREA INDEX (LAI).....	38

3.1	INTRODUCTION	38
3.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	38
3.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	38
3.4	QUALITY CONTROL.....	38
4.	PROTOCOL M.4: SOIL SAMPLING.....	39
4.1	INTRODUCTION	39
4.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	39
4.2.1	Sampling procedure (field work)	39
4.2.2	Lab analyses	39
4.3	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	39
4.4	QUALITY CONTROL.....	40
5.	PROTOCOL M.5: LEAF SAMPLING.....	41
5.1	INTRODUCTION	41
5.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	41
5.2.1	Sampling procedure (field work)	41
5.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	41
5.4	QUALITY CONTROL.....	41
6.	PROTOCOL M.6: NITRATE SOIL CONTENT.....	42
6.1	INTRODUCTION	42
6.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	42
6.2.1	Sampling procedure and laboratory analysis.....	42
6.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	42
6.4	QUALITY CONTROL.....	42
7.	PROTOCOL M.7: RECORDING OF IRRIGATION WATER USE	44
7.1	INTRODUCTION	44
7.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	44
7.3	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	44
7.4	QUALITY CONTROL.....	45
8.	PROTOCOL M.8: FRUIT YIELD	46
8.1	INTRODUCTION	46
8.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	46
8.2.1	Sampling procedure (field work)	46
8.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	46
8.4	QUALITY CONTROL.....	46
9.	PROTOCOL M.9: BIOMASS FROM PRUNING.....	47
9.1	INTRODUCTION	47
9.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	47
9.3	TIMING OF SAMPLING/ANALYSIS AND WORKFLOW	47
9.4	QUALITY CONTROL.....	47
10.	PROTOCOL M.10: BIOMASS FROM WEED MOWING	48

10.1	INTRODUCTION	48
10.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	48
10.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	48
10.4	QUALITY CONTROL.....	48
11.	PROTOCOL M.11: BIOMASS FROM THINNING	49
11.1	INTRODUCTION	49
11.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	49
11.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	49
11.4	QUALITY CONTROL.....	49
12.	PROTOCOL M.12: NUTRITIONAL BALANCE	50
12.1	INTRODUCTION	50
12.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	50
12.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	50
12.4	QUALITY CONTROL.....	50
13.	PROTOCOL M.13: MONITOING OF METEOROLOFGICAL DATA	51
13.1	INTRODUCTION	51
13.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	51
13.3	FREQUENCY OF RECORDING AND PARTNER RESPONSIBILITIES.....	51
13.4	QUALITY CONTROL.....	51
14.	PROTOCOL M.14 ORGANIC FERTILIZERS ANALYSIS	53
14.1	INTRODUCTION	53
14.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	53
14.2.1	Sampling procedure (field work)	53
14.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	53
14.4	QUALITY CONTROL.....	53
15.	PROTOCOL M.15 IRRIGATION WATER ANALYSIS	54
15.1	INTRODUCTION	54
15.2	DESCRIPTION OF METHODOLOGY	54
15.3	FREQUENCY OF RECORDING.....	54
15.4	QUALITY CONTROL.....	54
	APPENDIX I: PROTOCOLS FOR THE CRETAN SITES IN GREEK	55
	APPENDIX II: PROTOCOLS FOR THE ITALIAN SITES IN ITALIAN	101

List of Figures

Εικ. 1: Γενικό διάγραμμα του συστήματος μέτρησης υγρασίας εδάφους, αποτελούμενο από συσκευή HH-2 και αισθητήρα μέτρησης υγρασίας PR-2.....	58
Εικ. 2: Σχηματική αναπαράσταση των 2 δειγματοληπτών του κιτ εγκατάστασης (Α και Β) και του σωλήνα υποδοχής των αισθητήρων (Γ).	59
Εικ. 3: Διαδικασία εισαγωγής σωλήνα υποδοχής αισθητήρα.	60
Εικ. 4: Ευθυγράμμιση τελικής θέσης σωλήνα υποδοχής.....	60
Εικ. 5: Χώρος υποδοχής μπαταρίας.....	63
Εικ. 6: Μέτρηση φυσικού φωτισμού στο διάδρομο μεταξύ των δέντρων (Α) και μέτρηση σκίασης κάτω από το δέντρο (Β).	67
Εικ. 7: Περιοχή και ενδεικτικό σημείο δειγματοληψίας σε μη αρδευόμενο αγρό.	69
Εικ. 8: Περιοχή και ενδεικτικά σημεία δειγματοληψίας σε αρδευόμενο αγρό.....	70
Εικ. 9: Ενδεικτικό διάγραμμα με σημεία λήψης δειγμάτων εντός του αγρού, για τη δημιουργία ενός σύνθετου, αντιπροσωπευτικού δείγματος.....	71
Εικ. 10: Ενδεικτικό διάγραμμα με σημεία λήψης δειγμάτων φύλλων εντός του αγρού, για τη δημιουργία ενός σύνθετου, αντιπροσωπευτικού δείγματος.	81
Εικ. 11: Ενδεικτικό διάγραμμα διάταξης υδρομέτρων στον πιλοτικό αγρό.	88
Εικ. 12: Διάγραμμα παγίδας συλλογής δείγματος εδάφους και νερού από την επιφανειακή απορροή.	93
Εικ. 13: Μετεωρολογικές παράμετροι που θα καταγράφονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς και θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό των αναγκών άρδευσης.	97
Εικ. 14: Υποσύστημα επικοινωνίας πλατφόρμας - βάσης.	98
Εικ. 15: Επεξεργασία και ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων.	99
Fig. 16: Sonde umidità suolo	103
Fig. 17: Sistemi di trasmissione dati e stazione meteo	103
Fig. 18: Lisimetro a suzione	109

Tables

Table 1: Analogy of monitoring parameters in Cretan pilot areas and farms as compared to the project proposal.....13
Table 2: Analogy of monitoring parameters in Italian pilot areas and farms as compared to the project proposal.....34

INTRODUCTION

The main purpose of Action D.1 is to monitor the impacts of cultural practices on various aspects of water use and water losses. Therefore, certain methods have to be applied in order to monitor various parameters. In order to ensure that the guidelines for the monitoring actions are followed as needed and since several different partners might be involved in different procedures, even for monitoring a single parameter (e.g. sampling, analysis of samples, quality control), a set of well-defined protocols are needed. Compiling all the needed protocols for each area and crop, is the purpose of the present deliverable.

The parameters that are required to be monitored, are defined in the proposal of LIFE AgroClimaWater proposal. Although all different parameters will be monitored during the project, some of them are not applicable for all pilot farms, in all areas. Factors like orchard management (irrigated vs. rainfed orchards), crop, landscape topography (flat vs. sloppy areas), soil properties (depth, texture, etc), as well as the selection of different available equipment in the facilities of each of the scientific partners (IOTSP and UNIBAS), lead to differences in the monitoring process to be followed in each farm, both within each pilot area, but also among the different regions (Crete vs. Metapontino). Due to the above-mentioned factors, differences do exist in monitoring actions and protocols to be followed, but they are in full accordance to the set of monitoring activities defined for each farm and area, as they are reported in the Deliverable C.3.1, of Action C.3, within the specific action plans that have been developed. Finally, the need of producing a deliverable (protocol) that is clearly understood by the recipients who need to follow it (i.e. FORs' agronomists and technicians and IOTSP/UNIBAS scientific and technical personnel that are not necessarily able to communicate in English), requires that the full protocols have to be produced in local language. Therefore, the outcome of this report is tri-lingual, with general descriptions and brief introductions being in English language, but full protocols being in local language, either Greek or Italian.

Despite the above-mentioned differences among the Greek and Italian sites, IOTSP and UNIBAS have developed a common outline for the protocols to be produced. Based on that, each protocol will have the following structure (minor deviations could apply based on the nature of the monitoring parameter):

1. Introduction
2. Description of Methodology
 - a. Sampling procedure (field work)
 - b. Analysis or measurement procedure (if extra work is needed)
3. Timing and workflow (frequency of measurements and partner responsibilities)
4. Quality control procedure (1st and 2nd level)

Based on the above, the developed protocols per country are presented below.

PART A – PROTOCOLS FOR THE CRETAN SITES

INTRODUCTION

According to the farm specific action plans that have been reported in Deliverable C.3.1, the list of monitoring actions in the Cretan pilot farms are as follows:

- M.1: Recording of applications in control and demonstration plots
- M.2: Recording of soil moisture
- M.3: Recording of leaf area index (LAI)
- M.4: Soil sampling and analyses
- M.5: Leaf sampling and analyses
- M.6: Nitrate leaching
- M.7: Recording of irrigation water use
- M.8: Fruit yield
- M.9: Recording and analyses of surface runoff samples of soil and water

Moreover, an extra set of data will be monitored not per farm but on a pilot area basis:

- M10: Monitoring of meteorological data

Based on the descriptions of monitoring parameters mentioned in the project proposal, the analogy with the above mentioned monitoring codes (M.***) is presented on the following Table:

Table 1: Analogy of monitoring parameters in Cretan pilot areas and farms as compared to the project proposal

Parameter according to the proposal	Analogy with protocol monitoring code	Remarks
Soil moisture data sets	M.2: Monitoring of soil moisture	--
Leaf Area Index (LAI)	M.3: Recording of leaf area index (LAI)	--
Runoff water data sets	M.9: Recording and analyses of surface runoff samples of soil and water	--
N, P, K analysis	M.9: Recording and analyses of surface runoff samples of soil and water M.4: Soil sampling and analyses M.6: Nitrate leaching	Refers to analyses of runoff water and soil samples, with methodology described in the general soil analysis protocol, as well as nitrate analyses of deep percolation water
Soil nutrient content data sets	M.4: Soil sampling and analyses	Refers to sampling and analysis of soil samples
Leaf nutrient content data sets	M.5: Leaf sampling and analyses	Refers to sampling and analysis of leaf samples
AWMS forms and calendars	M.1: Recording of applications in control and demonstration plots M.7: Recording of irrigation water use M.8: Fruit yield	Refers to recording of cultural practices applied, the irrigation events (timing and amount) and yield by filling the relevant AWMS forms
Meteorological data sets	M10: Monitoring of meteorological data	--
Irrigation data sets	M.7: Recording of irrigation water use	Refers to recording of irrigation water usage by filling the relevant AWMS form

Based on the above analogy, the following protocols have been developed in Greek language, for the monitoring of parameters in the Cretan pilot areas.

1. PROTOCOL M.1: RECORDING OF CULTURAL PRACTICE APPLICATION IN CONTROL AND DEMONSTRATION PLOTS

1.1 *Introduction*

The recording of cultural practices, both for the 100 initially selected farms and for the 10 pilot farms, will continue for all the 3 cultural seasons by completing the AWMS forms. For the recording of specific parameters which are different, comparing to the general, either in data quantity or in procedure and frequency. For these parameters, there are separate chapters (protocols) including in this report. These protocols are: a) Recording of irrigation water use (Protocol M.7) and b) Recording of fruit yield (Protocol M.8).

1.2 *Frequency of recording and partner responsibilities*

The recording in the AWMS forms is frequent and after the completion of each action. Every 10 days, the supervisor agronomist should be informed of the activities carried out during this period by the producer. The supervisor agronomist is also responsible for the recording of the application of the cultural practices. The producer is not responsible to know and record the specific practices in the demonstration plot.

1.3 *Quality control procedure*

The quality control of the recording data in the AWMS forms, as in all cases, carried out in 2 phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: supervisor agronomist
- 2nd control stage:
 - RodaxAgro

The above control stages concerning all the cultural practices, which are recorded either by the producer or by the supervisor agronomists.

2. PROTOCOL M.2: RECORDING SOIL MOISTURE

2.1 Introduction

The planned interventions in pilot farms are expected to affect some parameters, leading to an increase of soil moisture. Therefore, the recording of soil moisture is crucial for the effective water management in field level. In this project, soil moisture recordings will be performed at regular intervals and at fixed locations, using sensors that are capable of simultaneous recording of soil moisture (% v/v) at different depths. Specifically, the PR-2 sensor (by DELTA-T) will be used in depths 10, 20, 30 and 40 cm (with short tubes) and 10, 20, 30, 60 and 100 cm (with long tubes). In measurements up to 40 cm cover depth will appear the majority of small diameter radicals, which absorb water and nutrients. Measurements at greater depths will be performed in order to record the potential water loss by infiltration.

2.2 Methodology

2.2.1 Recording soil moisture system

The HH-2 (DELTA-T) device is part of the PR-2 sensors system for instant soil moisture measurements. The installation of the access tubes must be preceded in order to take the soil moisture measurements.

2.2.2 Tubes installation

To install the access tubes system, both manual and mechanical equipment (from IOTSP) will be used. The use of additional mechanical equipment is also necessary due to some difficulties encountered in the installation of access tubes in other case-studies.

2.2.3 Soil moisture measurement system

For proper function of the soil moisture measurement system, the instructions in the general diagram of the device should be followed.

2.2.4 Moisture measurement

The HH-2 device will be delivered to users ready for use. The necessary adjustments should be done so that the moisture measurements be performed by the easiest possible way. The device will be delivered programmed for taking measurements from sensors PR-2 by default for each type of soil.

2.2.5 Checking memory and battery

The user should always know if the memory and the battery are sufficient for saving data and taking new measurements before starting a measuring set. It would be also good for the user to save the measurements after each set and to erase previous recordings when the use of available memory reaches 80%.

2.2.6 Data transferring

For the data transferring to a pc, the installation of the application HH2Read by IOTSP is needed. The installation on local agronomist's laptops is preferable since it enables direct data transfer even in the field.

2.3 Frequency of recording and partner responsibilities

The tubes installation will be performed by the IOTSP staff. The local agronomists must visit the pilot farms according to the measurements program. They must also send the data-results to IOTSP after each measurement.

The measurements program is:

A. Non-irrigated fields:

- Measurement with the 40cm tube will be performed every 15 days
- Measurement with the 100cm tube will be performed every 30-40 days

B. Irrigated fields:

- Measurement with the 40cm tube will be performed every 15 days, except of the irrigation period.
- During the irrigation period, measurements will be taken before the irrigation application and two days after. The measurement time change only if the irrigation period is less than 15 days.
- Measurement with the 100cm tube will be performed every 30-40 days

2.4 Data quality control

The quality control of moisture data, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: supervisor agronomist
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP staff

3. PROTOCOL M.3: RECORDING OF LEAF AREA INDEX - LAI

3.1 Introduction

The Leaf Area Index (LAI), is an important parameter with regard to the ability of a tree to absorb carbon from the atmosphere through photosynthesis. The index represents the total one-sided area of photosynthetic tissue per unit ground surface area (m^2/m^2 – dimensionless). Monitoring the values of LAI indicates if the plant exploits the existing solar radiation. The size of the leaf area determines also the loss of water through evaporation. The purpose of this project is to achieve a balance between photosynthesis and breathable leaf area with application of winter and summer pruning. The Leaf Area Index is measured by a LAI-2000 (Li-Cor) device during this project.

3.2 Methodology

For LAI measurements the steps below are followed:

- Of all the olive trees, we choose 3 representing trees according to the size and pruning.
- The trees are marked in order to match the measurements of leaf area with the tree dimensions.
- The dimensions (length and width) of the tree canopy are measured
- Since there are uniform cloudiness, we can proceed to measurements. If there is a rapid variation in the intensity of solar radiation (few clouds that obscure the sunlight for short periods), we cannot proceed to measurements.
- Measurements are taken at sunrise or sunset when there is diffused light.
- A measurement is made in the corridor between the trees to capture natural lighting and 4 measurements under the tree for recording the shadowing.

3.3 Frequency of recording and partner responsibilities

The LAI measurements recording program concerns all the 10 pilot farms:

A. Measuring time: Summer period, after the summer pruning

B. Number of measurements: 1 measurement per year.

C. Number of measurements per field and date: 1 measurements set (4+1)
X 3 trees X 2 operations = 6 measurements sets

The measurements will be performed by the IOTSP scientific staff, which is responsible for the data management (statistical analysis).

3.4 Data quality control

The quality control, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff executes measurements in the field
 - Space/Time: Direct control after taking measurements in the field
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff, after the data downloading
 - Space/Time: Within five days of receiving the measurements

4. PROTOCOL M.4: SOIL SAMPLING AND ANALYSIS

4.1 Introduction

Soil samplings will also be performed for the measurement of various parameters and of the nutrient content of the soil in the pilot farms. IOTSP is responsible for the analysis procedure. The main purpose of this protocol is to demonstrate the methodology of sampling and of the initial management of the soil samples that will be executed from FOR supervisors. The analysis will be performed in IOTSP. The data resulting from these analysis will be used both for planning interventions in pilot fields, in Action C.4, and to assess the impact of the application of the practices, in Action D.2.

4.2 Methodology

4.2.1 Soil sampling / primary sampling management

Soil sampling should be located in the part of interest of the orchard, which is usually associated with the area of active rhizosphere and the application area of cultivation practices (fertilization and irrigation). Accordingly, in the irrigated fields, the sampling points should be located near the irrigation zone. One sample should be taken from 8-10 different sites. The sampling is executed by soil sampler. Each taken sample is placed into a bag and in a shady place until the completion of field work. Then, the samples should be sent by the responsible agronomists of the FOR to the IOTSP, within the next 48 hours.

4.2.2 Sampling and processing in the lab

- Each soil sample that is inserted in the labs of IOTSP takes a code number and recorded in the soil analysis book.
- Samples will be dried for at least 48 hours. Then, they will be placed in an oven for 24 hours at 40° C.
- Identification of soil pH
- Identification of soil electrical conductivity (EC)
- Identification of soil granulometry
- Identification of total CaCO₃
- Identification of organic matter
- Identification of available phosphorus (according to Olsen)
- Identification of exchangeable forms of macroelements (K, Ca, Mg)
- Identification of available forms of minerals (Fe, Zn, Mn, Cu)

4.3 Frequency of recording and partner responsibilities

The time of sampling is performed during the period of October – November of each year. The exact sampling time will be determined by the FOR agronomists in consultation with the IOTSP. Sampling should be executed after the first autumn rainfalls.

Responsible for taking soil samples, the proper management and the shipment to the IOTSP laboratory are the FOR supervisor agronomists.

The storage and the analysis of the samples and the data processing will be carried out by the scientific staff of IOTSP.

4.4 *Data quality control*

Quality control of soil sampling and analysis, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of analysis and checking of the test results

5. PROTOCOL M.5: LEAF SAMPLING AND ANALYSIS

5.1 Introduction

In the project LIFE AgroClimaWater, leaf sampling will be carried out for analysis of the nutrients and the effects of various other parameters.

Responsible for coordinating and carrying out the analysis in the Crete region is IOTSP. This protocol is designed to show both the sampling methodology and the initial management of leaf samples, which will be executed by the supervisors of FOR, and will be analyzed by IOTSP. The data resulting from these analysis will be used both for planning interventions in pilot fields in Action C.4, and to assess the impact of the application of the practices, in Action D.2.

5.2 Methodology

5.2.1 Leaf sampling/primary sampling management

The proper leaf sampling is a precondition for the correct execution of leaf analysis. The reason is that in evergreen trees there are simultaneously leaves of different ages that show significant variations in the concentration of nutrients. The aim is to select the first fully developed leaves (summer sampling), or leaves 5-6 months old (autumn sampling). The samples size should be at least 150 leaves from olive tree and 50 from citrus, for each sample (about 15 trees). The obtained samples are placed in a small fridge until the completion of the fieldwork. The shipment of the samples in IOTSP should be done within the next 48 hours.

5.2.2 Sampling and processing in the lab

- Each leaf sample that is inserted in the labs of IOTSP takes a code number and recorded in a leaf analysis book.
- Samples will be washed.
- Samples will being dried at 105 °C, for at least 48 hours.
- The dried samples will be pulverized in a grinder
- Samples will be analysed for the identification of total nitrogen
- Samples will be analysed for the identification of remaining nutrients

5.3 Frequency of recording and partner responsibilities

Leaf sampling and analysis are taking place at all the 10 pilot farms, for every sampling period. Sampling is performed in the part of the application and in the part of the Control. The time of sampling is common for both the citrus and the olive tree. The first sampling period takes place during autumn (October – November), while the second takes place in July of each year. Sampling should be executed after the first autumn rainfalls. Responsible for the sampling, the proper management and the shipment to the IOTSP laboratory are the FOR supervisor agronomists. The storage and the analysis of the samples and the data processing will be carried out by the scientific staff of IOTSP.

5.4 *Data quality control*

Quality control of leaf sampling and analysis, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution for analysis and control of test results

6. PROTOCOL M.6: NITRATE LEACHING

6.1 Introduction

In the project LIFE AgroClimaWater, the nitrate nitrogen losses will be estimated by leaching in the pilot farms. This procedure leads to rapid determination of the nitrate concentration in depth beyond the rhizosphere of plants. Furthermore, determination of nitrate nitrogen will take place in samples of water and soil from the surface runoff in olive orchards located in areas of high gradient. This procedure is described in protocol M.9.

6.2 Methodology

6.2.1 Soil sampling

The sampling procedure has already been described in protocol M.4. Due to the small amount of land required for the analysis, the process is modified by taking simple samples and by performing more tests per case.

6.2.2 Sampling and processing in the lab

- Each leaf sample that is inserted in the labs of IOTSP takes a code number and recorded in leaf analysis book.
- All the samples are placed to the fridge until the analysis procedure.

6.2.3 Nitrate leaching

- The initial sample is divided into two parts: a) the amount of 100 g that will be used for determination of nitrate and b) the amount of 200 g that will be used for the estimation of soil moisture.
- The sample, which will be used for the estimation of soil moisture, is placed in a drying oven at 40°C. After 48 hours measurement of weight is taking place and repeated every 24 hours until the sample shows a weight loss greater than 5%.
- From the sample, which will be used for determination of nitrate, an amount of 25g are placed in a falcon tube and 25 ml of deionized water are added to this amount. Then, the tube is shaking for 20 minutes.
- The resulting suspension is placed in an eppendorf tube and is centrifuged for two minutes at 12,000 rpm
- The resulting solution is measured by a Nitratecheck device.

6.3 Frequency of recording and partner responsibilities

The described soil sampling and analysis procedure concern all the 10 pilot farms, for every sampling period. The sampling frequency would be as follows:

- 1st sampling: at the middle of the irrigation period (July)
- 2nd sampling: after the irrigation period (September)
- 3rd sampling: after the first intensive rainfalls (November)

- 4th sampling: at the middle of the raining season (end of January – beginning of February)
- 5th sampling: at the end of the raining season (April)

Responsible for the sampling, the proper management and the shipment to the IOTSP laboratory are the FOR supervisor agronomists. The storage, the analysis of the samples and the data processing will be carried out by the scientific staff of IOTSP.

6.4 *Data quality control*

Quality control of leaf sampling and analysis, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory analysis execution and checking of test results

7. PROTOCOL M.7: RECORDING OF IRRIGATION WATER USE

7.1 Introduction

The irrigation water use is an important parameter for the evaluation of water use in relation to the irrigation plan that is implemented through the IOTSP instructions. Therefore, a detailed and regularly recording of the number of irrigations and the amount of water consumed is necessary. In this protocol, instructions for the recording of water use are provided, both for the application section and for the "Control" section in each field.

7.2 Methodology

The most important part of this process is the regular and accurate recording of the data. For the recording process, hydrometers will be installed into the pilot irrigated fields. According to this, the water supply of the field is made from a central water supply point, where there is already installed the Hydrometer A. Producers must record the evidence of this hydrometer before and after each irrigation. To confirm the actual amounts of water that ended in a pilot field, the installation of the Hydrometer B will take place during this project. In each pilot irrigated field, will also exist the Hydrometer C that only records the amount of water applied to the application section. Based on the above, the calculation of water use is made by the supervisor agronomist as follows:

- Amount of water applied in "Control" section (m^3) = Indication B – Indication C
- Amount of water applied in "Applications" section (m^3) = Indication C
- Deviations from the total amount recorded from producer (m^3) = Indication A – Indication B
-

7.3 Frequency of recording and partner responsibilities

The described recording of water use concerns all the 10 pilot farms. Responsible for the recording before and after of each irrigation, from the 3 hydrometers are:

- Hydrometer A: producer
- Hydrometer B: supervisor agronomist
- Hydrometer C: supervisor agronomist

The recording indications frequency will depend on the number of irrigations taking place. The initial reading of the hydrometer and the final reading at the end of irrigation should be recorded. Then, the data will be sent to IOTSP.

7.4 Data quality control

The quality control of the proper recording carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirm of the proper functioning of the hydrometers and of the irrigation system, based on recorded indications.
- 2nd control stage :

- Responsible: IOTSP scientific staff / RodaxAgro
- Procedure: Confirmation of the correct application of irrigation based on the irrigation plan (IOTSP). Records quality control on AWMS Forms (RodaxAgro)

8. PROTOCOL M.8: RECORDING FRUIT YIELD

8.1 *Introduction*

The application of a different plan of irrigation and fertilization can significantly affect the fruit yield, especially in non-irrigated fields. The lack of water affects all the important parameters that determine the level of production, such as photosynthesis, the intake of nutrients and the metabolic activity within the cells. The recording of fruit yield in the application section and in the control section of the pilot farms is very important because it directly affects the water use and the effectiveness of other cultivation practices.

8.2 *Methodology*

Regarding the harvest process, the case of olive trees has the advantage that is completed in one stage, in contrast with the citrus trees in which harvests may be more during the growing season. However, the methodology to be followed by the producers should be the same in both cases.

Supervisor agronomists of FOR should be aware of the estimated harvest time in pilot fields and be present in the field during harvest. In any case, they should have visited the field before harvest and have informed the producer for the procedure that will be followed. The producer must harvest separately each section of the field.

The producer should also transfer and separate weigh the fruits from each portion and not mixed them with the output from other fields. The fruit quantities will be recorded in the AWMS forms and will be delivered to the supervisor agronomists.

8.3 *Frequency of recording and partner responsibilities*

Responsible for the fruit yield recording are the producers under the supervision of the FOR agronomists. The recording will take place every year and during every harvest, with separate records for the application and control sections.

8.4 *Data quality control*

The quality control of the proper recording carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirm of the correct recording and comparison with the estimating production before harvest.
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff / RodaxAgro

9. PROTOCOL M.9: SAMPLING AND ANALYSIS OF RUNOFF SAMPLES OF WATER AND SOIL

9.1 Introduction

During the LIFE AgroClimaWater project traps will be installed for the collection of soil and water from surface runoff in two olive orchards fields with a significant slope. These traps will help collect samples without human intervention, but should be maintained by the FOR agronomists, who will have the responsibility to obtain the samples.

9.2 Methodology

9.2.1 Sampling and samples management

After intensive rainfalls, soil and water are transferred through runoff at the lower portion of the trap where there is a hole and by gravity they transferred into a vessel. After the rainfall season the FOR agronomist will collect the soil and water samples from the vessel. The measurements can be completed in-situ or alternatively, the vessel will be transported on the FOR laboratories for performing the measurements. The samples will be sent for analysis to IOTSP. After the arrival of the samples at IOTSP, the soil samples will be dried and weighed. Being weighed before and after drying, shows the net weight of the soil and the moisture content.

9.2.2 Analysis

In the soil samples the organic substance rate, $\text{NO}_3\text{-N}$, P and K, are estimated according to the procedure described in Protocol M.4. In water samples, after having filtered to remove solid particles the estimation of $\text{NO}_3\text{-N}$, P and K is carried out, as indicated in protocols M.5 and M.6.

9.3 Frequency of recording and partner responsibilities

The sampling of soil and water and the analysis process concern only two pilot fields per region, which are located in areas with significant slope. Each sampling in the pilot fields is performed for a soil sample and a water sample from the segment of the applications and the corresponding number of samples from the control segment. The time period of sampling is the rainfalls season of each year (November to March). The exact sampling time will be determined in consultation of the supervisor agronomists with the IOTSP, after the evaluation of the meteorological data of each area. Overall, at least two samples per rainy season (beginning and end of the season) will take place, but the number can be changed according to the weather conditions.

Responsible for the sampling, the proper management and the shipment to the IOTSP laboratory for analysis are the FOR supervisor agronomists. The further procedure for management, storage and analysis of the samples and the data processing will be carried out by the scientific staff of IOTSP.

9.4 *Data quality control*

The quality control of the proper sampling and analysis procedure carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory analysis execution and checking of test results

10. PROTOCOL M.10: MONITORING METEOROLOGICAL DATA

10.1 Introduction

The proper use of water resources is a necessity in areas with lack of water. Therefore, the last few years, considerable efforts are made to increase the efficiency of irrigation water through better management.

Because of the lack of irrigation planning, farmers irrigate empirically and sometimes they increase the amount of irrigation water, especially when the price is low. As a result, about 20% of the irrigation water is lost. In this context, the recording of meteorological data and the irrigation according to the actual needs of crops, such as those affected by the prevailing climatic conditions, helps the efficiency use of irrigation water. For this purpose, in the project LIFE AgroClimaWater, meteorological data will be collected for each pilot area.

10.2 Methodology

In order to follow proper irrigation practices, in the pilot areas (Platanias and Mirabello basin), meteorological data from stations of the areas should be used. Specifically, for Platanias basin, already is established a meteorological station from 1980 (Tavronitis village area). However for more accurate estimation of water conditions and of irrigation needs an additional Davis type meteorological station will be installed, in the area of the 10 pilot farms (Voukolies village area).

Respectively, for the area of the basin Mirabello the estimation of the irrigation needs, in the context of current and future climate conditions, will take place based on a Davis type meteorological station that will be installed in one of the irrigated fields of Milatos Beach.

All the above meteorological stations will provide continuous measurements of many meteorological parameters such as: a) air temperature, b) precipitation, c) solar radiation intensity, d) air humidity, e) wind direction, and z) wind speed.

The transmission of the above meteorological data of the respective stations (data collection platform) will be done via mobile communications - telemetric system (communication subsystem) (Tauronitis) or online (Davis stations), while the concentration and processing will take place in a central computer (base station) in the IOTSP (Laboratory of Water Resources and Irrigation). At the same time, some regular intervals should be done in order to maintain the operation of the telemetric stations.

10.3 Estimation of irrigation needs

The estimation of irrigation needs for each culture (olive and citrus trees) for both the pilot areas, determined by the soil and climatic conditions, crop coefficients, and the growth stage. Specifically, the calculation of irrigation dose will be based on the information on each region, soil type, crop, age of the trees, and the time of the previous irrigation.

Specifically, based on the statistical analysis of meteorological parameters which are obtained in real time, the reference evapotranspiration will be determined (ET_o) in mm / day, the effective rainfall (P_{eff}) in mm / day which is 0.8 of the total (P_{tot})

rainfall and the culture evapotranspiration ET_{crop} , calculated from ET_o multiplied by the crop coefficient K_c .

The values of crop coefficient K_c for each stage of development is calculated by adapting experimental data for the region of Crete. The crop coefficient (K_c) can take different values based on age or lack of water resources.

In cases of reduced water availability in the area (dry periods) the needs for water at critical stages of plant growth will be calculated (implementation of deficit irrigation).

Based on the above, the staff of IOTSP will determine the irrigation dose for each irrigated pilot field. This information will be transferred to the FOR agronomists, to implement the irrigation per field and to record the quantities of water that will be used.

10.4 Frequency of recording and partner responsibilities

The recording of meteorological data is a continuous and automated process. The quality of the data will be checked periodically by the IOTSP staff, as the recording continues normally, without interval gaps or unfilled parameters, which may correspond to individual sensor failures. If this occurs, the process of the in-situ check of the station will be initiated.

The FOR is not involved in the data recording. However, they may be asked if it is necessary to control a problem in the data stream.

10.5 Data quality control

The data quality control will be as follows:

- 1st control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff
 - Procedure: Confirmation of the correct operation of the recording system on a daily basis. Report problems. Collection and processing of the results.
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff
 - Procedure: Periodic monitoring of summary data for each region and checking of the irrigation advices that will arise based on the meteorological data.

PART B – PROTOCOLS FOR THE ITALIAN SITES

INTRODUCTION

According to the farm specific action plans that have been reported in Deliverable C.3.1, the list of monitoring actions in the pilot farms are as follows:

- M.1: Recording of applications in control and demonstration plots
- M.2: Recording of soil moisture
- M.3: Recording of leaf area index (LAI)
- M.4: Soil sampling and analyses
- M.5: Leaf sampling and analyses
- M.6: Nitrate leaching
- M.7: Recording of irrigation water use
- M.8: Fruit yield
- M.9: Biomass from pruning
- M.10: Biomass from weed mowing
- M.11: Biomass from thinning
- M.12: Nutritional balance
- M.13: Monitoring of meteorological data
- M.14: Organic fertilizers analysis
- M.15: Irrigation water analysis

Based on the descriptions of monitoring parameters mentioned in the project proposal, the analogy with the above mentioned monitoring codes (M.***) is presented on the following Table:

Table 2: Analogy of monitoring parameters in Italian pilot areas and farms as compared to the project proposal

Parameter according to the proposal	Analogy with protocol monitoring code	Remarks
Soil moisture data sets	M.2: Monitoring of soil moisture	--
Leaf Area Index (LAI)	M.3: Recording of leaf area index (LAI)	--
N analysis	M.6: Nitrate soil content	Nitrate analyses in soil samples
Soil nutrient content data sets	M.4: Soil sampling and analyses	Refers to sampling and analysis of soil samples
Leaf nutrient content data sets	M.5: Leaf sampling and analyses	Refers to sampling and analysis of leaf samples
AWMS forms and calendars	M.1: Recording of applications in control and demonstration plots M.7: Recording of irrigation water use M.8: Fruit yield	Refers to recording of cultural practices applied, the irrigation events (timing and amount) and yield by filling the relevant AWMS forms
Meteorological data sets	M10: Monitoring of meteorological data	--
Irrigation data sets	M.7: Recording of irrigation water use	Refers to recording of irrigation water usage by

		filling the relevant AWMS form
--	--	--------------------------------

1. PROTOCOL M.1: RECORDING OF CULTURAL PRACTICE APPLICATIONS IN CONTROL AND DEMONSTRATION PLOTS

1.1 *Introduction*

The recording of cultural practices for the 10 pilot farms will continue for all the 3 cultural seasons by completing the AWMS forms. For the recording of specific parameters which are different, comparing to the general, either in data quantity or in procedure and frequency. For these parameters, there are separate chapters (protocols) including in this report. These protocols are: a) Recording of irrigation water use (Protocol M.7) and b) Recording of fruit yield (Protocol M.8).

1.2 *Frequency of recording and partner responsibilities*

The recording in the AWMS forms is frequent and after the completion of each action. Every month, the supervisor agronomist from AFI should be informed of the activities carried out during this period by the producer. The supervisor agronomist is also responsible for the recording of the application of the cultural practices. The producer is not responsible to know and record the specific practices in the demonstration plot. The forms META 1.1.2a, META 2.1.1a.1, META 2.1.1a.2, META 4.3 have to be compiled by farmers in 10 pilot sites as regards the traditional parts for the related activities. The forms META 1.1.1, META 1.1.2b, META 1.1.2c, META 1.2.2, META 1.2.3a, META 1.2.3b, META 1.3.1, META 2.1.1b, META 2.1.2, META 2.1.6, META 2.2.1.2, META 3.2.1, META 3.2.2, META 4.3, META 4.3a, META 4.3b, META 4.4. related to the activities in 10 pilot sites, have to be compiled by the AFI supervisor agronomist.

1.3 *Quality control procedure*

The quality control of the recording data in the AWMS forms, as in all cases, carried out in 2 phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: AFI supervisor agronomist
- 2nd control stage:
 - RodaxAgro

The above control stages concerning all the cultural practices, which are recorded either by the producer or by the supervisor agronomists.

2. PROTOCOL M2: SOIL MOISTURE

2.1 *Introduction*

Soil water content monitoring is important because it permits to calculate the irrigation volume to apply. In order to verify the correct application of the water balance and the suitability of the irrigation method and its management, soil moisture sensors will be installed in the irrigated innovative part of each pilot site.

2.2 *Description of methodology*

Soil water content is measured in continuous and a data download should be performed at intervals of 7-10 days. The sensors will be installed at different depths, as written below:

- 2 Citrus pilot sites: 5 depths (10-20-30-40-50cm), Sentec probe
- 2 Apricot pilot sites: 5 depths (10-30-50-70-90cm), Sentec probe, and Netafim station with soil moisture sensors at 20-40-60 cm
- 3 Peach pilot sites: 5 depths (10-30-50-70-90cm), Sentec probe
- 1 Olive pilot site: 5 depths (10-30-50-70-90cm), Sentec probe
- 1 Olive pilot sites: WatchDog - SM100 (30-60 cm)

The accuracy of the probes can be increased with specific calibrations based on the type of soil in which they are installed.

2.3 *Analysis procedure and data quality control*

Installation, calibration and data acquisition will be carried out by UNIBAS personnel. The user should always know if the memory and the battery are sufficient for saving data and taking new measurements before starting a measuring set. It would be also good for the user to save the measurements after each set and to erase previous recordings when the use of available memory reaches 80%.

3. PROTOCOL M.3: RECORDING OF LEAF AREA INDEX (LAI)

3.1 Introduction

Leaf Area Index (LAI) is defined as the area of the leaf surface per unit of surface area and can be deduced by measuring how much the Radiation is attenuated and how many passages through the canopy. LAI is a very useful parameter to provide information on relationship between plant and atmosphere (e.g. evapotranspiration and carbon fluxes). Monitoring of distribution and variations of LAI is therefore important for plant growth assessment.

3.2 Description of methodology

The LAI2000 measures the Leaf Area Index through a minimum of 10 measures, of which 5 are made over the canopy and 5 below. For all measurements the sensors must be turned to the sky.

Before starting a measurement:

- calibrate the sensors
- synchronize the clocks
- make the remote console setting (over the headlight)
- readings under the canopy (bottom on the ground)
- data elaboration (operation that can be done inside)
- download data

3.3 Frequency of recording

LAI will be measured once a year on three plants per two parts (traditional and innovative) per each pilot site during summer for three implementation years.

3.4 Quality control

The use of LAI2000 instrument will be carried out by UNIBAS personnel and will not require permanent instrument installation in the orchard.

The quality control will be carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff executes measurements in the field
 - Space/Time: Direct control after taking measurements in the field
- 2nd control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff, after the data downloading
 - Space/Time: Within five days of receiving the measurements.

4. PROTOCOL M.4: SOIL SAMPLING

4.1 *Introduction*

The soil nutrient content is important for knowing the starting amount of micro and macro elements needed for plant growth. In addition, it is also necessary to define soil chemical-physical and hydrological characteristics for irrigation planning.

4.2 *Description of methodology*

4.2.1 **Sampling procedure (field work)**

- Follow a grid sampling scheme;
- Avoid sampling in an abnormal area;
- For each homogeneous area for pedological characteristics, take at least 10 sub-samples close to the row;
- Consider the following depths: 0-20 and 20-40 cm in Drupaceae and 0-30 and 30-60 cm for citrus and olive;
- Measure the 10 sub-samples taken for each homogeneous area and extract about one kilogram of soil by placing it in a plastic bag;
- The collected samples must be delivered to the analysis laboratory as soon as possible, preserving them refrigerated.

4.2.2 **Lab analyses**

Soil agronomic analysis include as follows:

- Identification of soil pH;
- Identification of soil electrical conductivity (EC);
- Identification of soil granulometry;
- Identification of total CaCO₃;
- Identification of organic matter;
- Identification of available phosphorus (according to Olsen);
- Identification of exchangeable forms of macroelements (K, Ca, Mg);
- Identification of available forms of microelements (Fe, Zn, Mn, Cu);
- Water retention curve.

4.3 *Frequency of recording and partner responsibilities*

Soil samples for soil characterization will be taken at the beginning of the implementation period (February 2017) in each of the 10 pilot sites.

In addition, during the period of October – November of each implementation year a complete soil analysis will be performed.

Responsible for taking soil samples are AFI agronomists, while the responsible of the proper management and the shipment to the laboratory are the UNIBAS personnel.

The analysis of the samples and the data processing will be carried out by external laboratory.

4.4 *Quality control*

Quality control of soil sampling and analysis, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: AFI agronomists
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of analysis and checking of the test results.

5. PROTOCOL M.5: LEAF SAMPLING

5.1 *Introduction*

The nutrient content in leaves is important for evaluating nutrition balance and defining a suitable fertilization plan.

5.2 *Description of methodology*

5.2.1 **Sampling procedure (field work)**

The samples size should be at least 50 for apricot, for each sample (about 15 trees). The obtained samples are placed in a small fridge until the completion of the fieldwork.

- Selection of plants to sample the leaves
- Selection of branches to sample the leaves
- Selection and number of leaves to be sampled

Samples will be analysed for the identification of total nitrogen and the remaining nutrients.

5.3 *Frequency of recording*

The sampling will be made once a year for the three implementation years for one pilot farm. Do not sample in case of rain.

5.4 *Quality control*

The sampling will be made by the AFI personnel and will be delivered to UNIBAS, which will provide samples to the laboratory for analysis.

Quality control of leaf sampling and analysis, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: IOTSP scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution for analysis and control of test results

6. PROTOCOL M.6: NITRATE SOIL CONTENT

6.1 Introduction

Nitrogen monitoring is important because the nitric form (NO_3^-) is very mobile in the soil through the circulating solution. An excess of irrigation volumes or significant rainfall events increase the risk of N leaching and contamination of the aquifers.

The Metapontino area in the Agri sub-basin in Italy is a NVZ area (Nitrate Vulnerable Zone). For this reason, the addition of N as mineral fertilizers requires careful assessment of N soil availability. It is generally accepted that, if there is a nitrate level between 15 and 20 ppm (under 25-30 kg N/ha, 0.5 m deep, 1.4 t/ha apparent density, with irrigation method wetting the entire surface), it is not advisable to add N as mineral fertilizer.

6.2 Description of methodology

6.2.1 Sampling procedure and laboratory analysis

2 lysimeters will be installed near the area wetted by irrigation, at a depth of 25 and 50 cm. Monitoring N content in the soil will be performed by analyzing the 1:1 aqueous solution with Nitracheck 404 (Merkoquant) in order to determine the concentration of nitrates (ppm - mg / Kg). Through a conversion factor, this value can then be transformed into the content of the element (Kg/ha).

Step of N analysis:

1. Sampling in multiple points (10) into the field;
2. Remove foreign bodies (pieces of wood, leaves, stones, etc.);
3. Sieving (2 mm);
4. Homogenize the sample and withdraw one or more sub-samples of about 40-50g;
5. A well-known weight soil shall be placed in a stove (105°C) to determine the percentage of moisture;
6. A known volume of distilled water (preferably in the ratio 1: 1) is added to another well-known weight soil;
7. Shake vigorously until the particles are fully dispersed in water;
8. Filter and centrifuge (12000 rpm 3-4 min);
9. Read NO_3 (mg/l) with Nitracheck 404 (Merkoquant);
10. Elaborate data through a conversion factor into the content of the element N (Kg/ha).

6.3 Frequency of recording

Sampling for nitrate determination will be carried out every 15 days during the vegetative growth season (from March to October for the three implementation years).

6.4 Quality control

Quality control of soil sampling and soil nitrate content analysis, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists (sampling)
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory analysis execution and checking of test results

Soil sampling will be performed by the AFI agronomists and delivered to the UNIBAS personnel, which will be responsible of laboratory analyses.

7. PROTOCOL M.7: RECORDING OF IRRIGATION WATER USE

7.1 Introduction

In the Metapontino area is still spread an empirical approach to irrigation not based on scientific assumptions. Therefore, a detailed and regularly recording of the number of irrigations and the amount of water applied is necessary. In this protocol, instructions for the recording of water use are provided, both for the traditional part and for the innovative one in each field.

It will be also necessary to compile the daily water balance related to the crop need and to the pedoclimatic conditions.

7.2 Description of methodology

One of the most important parts of this process is the regular and accurate recording of the irrigation volumes. For the recording process, two water-meters will be installed into the pilot irrigated fields, in the traditional and innovative parts, respectively.

The innovative irrigation management involves the monitoring of soil moisture and environmental parameters (meteorological data, see 1.13) in order to compile a daily water balance, aimed at optimizing water management and increasing the efficiency of single water unit utilization.

The main steps are as follows:

- Soil sampling
- Environmental and meteorological data recovering
- Filling of excel file

Estimation of irrigation needs

As regards Crop water use, it was calculated according the evapotranspiration method by the following equation:

$$ET_c = ET_0 * K_c * K_r$$

where ET_0 is the reference crop evapotranspiration and K_c is the crop coefficient. K_r is a reduction coefficient accounting for the percentage of the ground surface covered by the crop (Fereres and Castel, 1981; Girona et al., 2002). ET_0 was measured from meteorological station.

Water requirement (WR) of the innovative part from pilot sites were calculated on daily basis through the relationship of the simplified water budget using the following equation:

$$WR = ET_c - E_r$$

where E_r stands for effective rainfall (Dastane 1974). The irrigation volumes were calculated by considering an efficiency of 0.9 of the drip irrigation method. (Dichio et al., 2007).

7.3 Frequency of recording and partner responsibilities

During the irrigation season, the UNIBAS personnel will determine the soil water content by downloading data from soil moisture sensors datalogger each 15 days. UNIBAS personnel will also detect values provided by meteorological station (ET_0 , rainfall...) in order to fill in the excel file of "daily water balance".

Producers must record the evidence of hydrometers before and after each irrigation. The recording indications frequency will depend on the number of irrigations taking place. The initial reading of the water-meters and the final reading at the end of irrigation should be recorded. Then, the data will be sent to UNIBAS.

7.4 Quality control

The quality control of the proper recording carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: FOR agronomists
 - Procedure: Confirm of the proper functioning of the water-meters and of the irrigation system, based on recorded indications.
- 2nd control stage :
 - Responsible: UNIBAS scientific staff / RodaxAgro
 - Procedure: Confirmation of the correct application of irrigation based on the irrigation plan (UNIBAS). Records quality control on AWMS Forms (RodaxAgro)

The elaboration of the water balance will be entirely carried out by UNIBAS.

8. PROTOCOL M.8: FRUIT YIELD

8.1 Introduction

The application of a different plan of irrigation and fertilization can significantly affect the fruit yield, especially in non-irrigated fields. The lack of water affects all the important parameters that determine the level of production, such as photosynthesis, the intake of nutrients and the metabolic activity within the cells. The recording of fruit yield in the application section and in the control section of the pilot farms is very important because it directly affects the water use and the effectiveness of other cultivation practices.

Yield will be evaluated both in the traditional part and in the innovative one per each pilot site.

8.2 Description of methodology

Regarding the harvest process, the case of olive trees has the advantage that is completed in one stage, in contrast with the citrus, apricot and peach trees in which harvests may be more during the growing season. However, the methodology to be followed by the producers should be the same in all cases.

Supervisor agronomists of AFI should be aware of the estimated harvest time in pilot fields and be present in the field during harvest. In any case, they should have visited the field before harvest and have informed the producer for the procedure that will be followed. The producer must harvest separately each section of the field.

The producer should also transfer and separate weigh the fruits from each portion and not mixed them with the output from other fields. The fruit quantities will be recorded in the AWMS forms and will be delivered to the supervisor agronomists.

8.2.1 Sampling procedure (field work)

Sampling fruits from 15 plants per each thesis (traditional and innovative parts) at harvest, calculating the total weight and number of fruits each plant, in order to estimate yield on the basis of the total number of plants in the orchard.

8.3 Frequency of recording

The recording will take place every year for 3 years of implementation and during every harvest, with separate records for the innovative and traditional parts.

8.4 Quality control

The harvest phase will see the collaboration of AFI personnel and farmers, with the supervision of UNIBAS.

The quality control of the proper recording carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: AFI agronomists
 - Procedure: Confirm of the correct recording and comparison with the estimating production before harvest.
- 2nd control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff / RodaxAgro

9. PROTOCOL M.9: BIOMASS FROM PRUNING

9.1 *Introduction*

In order to determine the total biomass produced in the orchard agro-system, it is necessary to monitor the organic carbon inputs in the three years of activity in orchards.

9.2 *Description of methodology*

Pruning material will be sampled for 5 plants per thesis; the collected material will be weighed. A representative sub-sample will be placed in the oven for dry weight determination.

In the olive groves the number of plants to be sampled can be reduced to 3 per thesis.

9.3 *Timing of sampling/analysis and workflow*

Sampling will be carried out in winter (winter pruning) and spring/summer (summer pruning). The period depends by crop.

9.4 *Quality control*

AFI personnel will collect the representative samples and deliver them to UNIBAS personnel for dry matter determination.

10. PROTOCOL M.10: BIOMASS FROM WEED MOWING

10.1 Introduction

In order to determine the total biomass produced in the orchard agro-system, it is necessary to monitor the organic carbon inputs during the three implementation years in the orchard.

In the innovative thesis will be applied the practices of no tillage and cover crops with spontaneous herbaceous essences. Weed mowing for their control will be planned at particular moments of increased nutrition competition between plant and cover crops and in order to permit the application of practices as thinning, pruning and harvest.

10.2 Description of methodology

In three areas of approximately 1m × 2m located between the row and the inter row will be sampled the mowed biomass of cover crops. It will be weighed and a representative sample of about 1kg will be placed in a oven at 65°C until reaching the constant weight for the determination of the dry matter.

10.3 Frequency of recording

Samples will be collected and analysed after each weed mowing (during spring/summer).

10.4 Quality control

AFI personnel will collect the representative samples and deliver them to UNIBAS personnel for dry matter determination.

11. PROTOCOL M.11: BIOMASS FROM THINNING

11.1 *Introduction*

In order to determine the total biomass produced in the orchard agro-system, it is necessary to monitor the organic carbon inputs during three implementation years in the orchard.

11.2 *Description of methodology*

During the fruit thinning it will be necessary to determine the weight of the thinned fruits for 5 plants per thesis. A representative sample of about 1 kg will be placed in an oven at 65 ° C until reaching the constant weight for the determination of the dry matter.

In the olive groves the number of plants to be sampled can be reduced by 3 per thesis.

11.3 *Frequency of recording*

Samples will be collected and analysed after fruit thinning, once per year in each pilot site.

11.4 *Quality control*

AFI personnel will collect the representative samples and deliver them to UNIBAS personnel for dry matter determination.

12. PROTOCOL M.12: NUTRITIONAL BALANCE

12.1 *Introduction*

At the beginning of the vegetative season during each of three implementation years, a nutritional balance will be compiled based on the real crop requirements. For the compilation of the nutritional balance the contribution of mineral elements from the irrigation practice and the application of compost as well as the recycling of pruning and biomass will be considered. For nitrogen from leaves and pruning material a recycling rate of 50% is assumed, in view of the losses due to the mineralization process. All other elements were considered recycled at 100%. For plant nutrition, the possible addition of mineral elements from irrigated water will be considered, therefore chemical tests of irrigation samples will be performed (see M15).

12.2 *Description of methodology*

Considering the amount of biomass measured for fruits, cover crops and pruning residues, it is possible to estimate the amount of mineral elements absorbed and removed.

In particular, it will be necessary to collect the data needed to compile the nutritional balance:

- Yield;
- Added Compost;
- Irrigation volumes applied in the previous season;
- Pruning residues;
- Cover crops;
- Each fertilization addition (date and amount);
- Soil nitrate content detection.

12.3 *Frequency of recording*

The necessary data needed to compile the nutritional balance will be collected every time that a cultural practice referred above is applied.

12.4 *Quality control*

A spreadsheet for the nutrition balance will be filled by UNIBAS personnel on the basis of data collected by AFI personnel.

13. PROTOCOL M.13: MONITORING OF METEOROLOGICAL DATA

13.1 Introduction

The proper use of water resources is a necessity in areas with lack of water.

For this reason, the recording of meteorological data and the irrigation according to the actual needs of crops, increase the efficiency use of irrigation water. For this purpose, in the project LIFE AgroClimaWater, meteorological data will be collected for each pilot area.

Meteorological data related to the Agri sub-basin will be provided by the Lucano Agro-Meteorological Service (SAL-ALSIA, Basilicata Region), and will be recorded by the nearest meteorological stations at the pilot sites. In addition, a meteorological station by Netafim will be installed in one apricot pilot site.

13.2 Description of methodology

In order to follow proper irrigation practices, meteorological data from stations of the areas should be used.

The meteorological stations will provide continuous measurements of the following parameters will be monitored each 15 days:

- Hours of cold - daily;
- Hours with temperatures below 7 ° C - daily;
- Temperature (° C) - min, max, med - daily;
- Relative humidity (Ur) - min, max, med - daily;
- Rainfall (mm) - daily;
- ET₀ - evapotranspiration.

13.3 Frequency of recording and partner responsibilities

The recording of meteorological data is a continuous and automated process. The quality of the data will be checked periodically by the UNIBAS staff.

The FOR is not involved in the data recording. However, they may asked if it is necessary to control a problem in the data stream.

13.4 Quality control

The data quality control will be as follows:

- 1st control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff
 - Procedure: Confirmation of the correct operation of the recording system on a weekly basis. Report problems. Collection and processing of the results.
- 2nd control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff
 - Procedure: Periodic monitoring of summary data for each region and checking of the irrigation advices that will arise based on the meteorological data.

UNIBAS personnel will be responsible for detecting data from the SAL-ALSIA stations of the Basilicata Region closest to the pilot sites and to detect the above parameters weekly.

14. PROTOCOL M.14 ORGANIC FERTILIZERS ANALYSIS

14.1 Introduction

Organic fertilization is important for restoring soil fertility. In order to propose organic fertilizers as a valid solution, organic fertilizers should be chemically characterized to evaluate the amount of elements.

14.2 Description of methodology

14.2.1 Sampling procedure (field work)

10 t / ha, a random sample of approx. 1 kg has to be analyzed.

In particular, the following parameters will be analyzed:

- Organic Carbon (% p / p)
- Organic Nitrogen (% p / p)
- pH
- C / N
- Content in heavy metals (Cu, Zn, Mn, Mg, Fe ...).

14.3 Frequency of recording

Samples will be collected and analysed after each compost application, once per year in the innovative part of each pilot site.

14.4 Quality control

AFI personnel will collect the representative samples and deliver them to UNIBAS personnel for laboratory analyses.

15. PROTOCOL M.15 IRRIGATION WATER ANALYSIS

15.1 Introduction

In order to assess the quality of irrigation water, the content of mineral elements derived from irrigated water, as well as salinity and heavy metals will be evaluated.

15.2 Description of methodology

- Collect water from the point of delivery of the primary irrigation net (if there is a pressure reducer) or directly under a dripper when there is no pressure reducer after about 15 minutes from the beginning of irrigation.
- Keep samples refrigerated!

Water analysis include as follows:

- Suspended Solids;
- pH reaction;
- Electrical conductivity;
- Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium, Carbonates, Chlorides, Sulfates, Ammoniacal nitrogen, Nitric oxide, Nitrogenous Nitrogen, Phosphates, Iron;
- Microelements (Zn, Cu...).

15.3 Frequency of recording

Water samples will be collected twice during the irrigation season (March-October) of each implementation year (2017, 2018, 2019).

15.4 Quality control

Quality control of water sampling and analysis, as in all cases, carried out in two phases:

- 1st control stage:
 - Responsible: AFI agronomists
 - Procedure: Confirmation of satisfactory execution of sampling and proper labeling of samples
- 2nd control stage:
 - Responsible: UNIBAS scientific staff
 - Procedure: Confirmation of satisfactory analysis execution and checking of test results

AFI personnel will collect samples and deliver them to UNIBAS personnel for laboratory analyses, that will be performed by external lab.

APPENDIX I: PROTOCOLS FOR THE CRETAN SITES IN GREEK

Πρωτόκολλο M.1: Καταγραφή καλλιεργητικών πρακτικών στο τμήμα των εφαρμογών και τον μάρτυρα για κάθε πιλοτικό αγρό

Γενικά

Η καταγραφή του συνόλου των καλλιεργητικών πρακτικών τόσο για τους 100 αρχικά επιλεγέντες αγρούς, όσο και για τους 10 πιλοτικούς αγρούς κάθε περιοχής θα συνεχίσει να γίνεται και στις 3 καλλιεργητικές περιόδους, συμπληρώνοντας τις Φόρμες AWMS (βλέπε σχετικό παραδοτέο Δράσης A.2). Η συμπλήρωση των συγκεκριμένων Φορμών δεν έχει άμεση συσχέτιση με τις δραστηριότητες της Δράσης D.1, αλλά ακολουθεί τα αναγραφόμενα στο Παραδοτέο της Δράσης A.2 που αφορά τις γενικές οδηγίες για την εφαρμογή του AWMS. Επίσης, συνεχίζουν να ισχύουν τα όσα αναφέρθηκαν στις ενημερώσεις/εκπαιδεύσεις των Δράσεων A.2 και C.5 σχετικά με την συμπλήρωση της Φόρμας και την κατανομή εργασιών που αφορούν στους 10 πιλοτικούς αγρούς ανά περιοχή. Για την καταγραφή συγκεκριμένων παραμέτρων οι οποίες διαφοροποιούνται σε σχέση με την γενική καταγραφή στη Φόρμα AWMS είτε όσον αφορά την ποσότητα των απαραίτητων δεδομένων, είτε την διαδικασία και τη συχνότητα καταγραφής, υπάρχουν ξεχωριστά κεφάλαια (Πρωτόκολλα) στο παρόν Παραδοτέο. Αυτά αφορούν τις κάτωθι παραμέτρους: α) Καταγραφή χρήσης νερού άρδευσης στους πιλοτικούς αγρούς (Πρωτόκολλο M.7) και β) ΠΚαταγραφή παραγωγής καρπού (Πρωτόκολλο M.8).

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η καταγραφή στις Φόρμες AWMS είναι συνεχής, εφόσον υπάρχουν δραστηριότητες που πρέπει να καταγραφούν, αμέσως μετά την ολοκλήρωσή τους. Ανά 10 ημέρες, ο επιβλέπων γεωπόνος θα πρέπει να ενημερώνεται για τις δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο διάστημα από πλευράς παραγωγού, είτε για δραστηριότητες που αφορούν το σύνολο του αγρού (π.χ. εφαρμογή πρακτικών φυτοπροστασίας) είτε για δραστηριότητες που εφαρμόζονται από τον παραγωγό μόνο στο τμήμα «Μάρτυρα» (Control) του πιλοτικού αγρού (π.χ. εφαρμογή λίπανσης, κλαδεύματος, χορτοκοπής, κ.α. πρακτικών που διαφοροποιούνται ως προς τον τρόπο ή/και τον χρόνο εφαρμογής σε σχέση με το τμήμα επίδειξης του αγρού). Για την εφαρμογή καλλιεργητικών πρακτικών στο τμήμα επίδειξης του αγρού, υπεύθυνος για την καταγραφή είναι ο επιβλέπων γεωπόνος, ο οποίος θα πρέπει να παρακολουθεί και ενημερώνεται για τις εφαρμογές από τον υπεύθυνο εργολάβο. **Ο παραγωγός δεν είναι υπεύθυνος/αρμόδιος να γνωρίζει και να καταγράφει τις συγκεκριμένες πρακτικές που εφαρμόζονται στο τμήμα επίδειξης του αγρού**, όπως έχει τονιστεί στη σχετική εκπαίδευση στα πλαίσια της Δράσης C.5.

Οι καταγραφές τόσο από τον παραγωγό, όσο και από τον υπεύθυνο γεωπόνο, θα συλλέγονται και θα καταχωρούνται στη Βάση Δεδομένων από τον επιβλέποντα γεωπόνο, ανά τακτά χρονικά διαστήματα (10-30 ημέρες, ανάλογα με τον φόρτο εργασίας κάθε εποχής).

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων που καταγράφηκαν στις Φόρμες AWMS, όπως σε όλες τις περιπτώσεις, πραγματοποιείται σε 2 φάσεις:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Επιβλέπων γεωπόνος
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - RodaxAgro

Τα παραπάνω επίπεδα ελέγχου αφορούν όλες τις καλλιεργητικές πρακτικές που καταγράφονται, είτε αυτές γίνονται σε πρώτο στάδιο από τον παραγωγό, είτε από τον επιβλέποντα γεωπόνο.

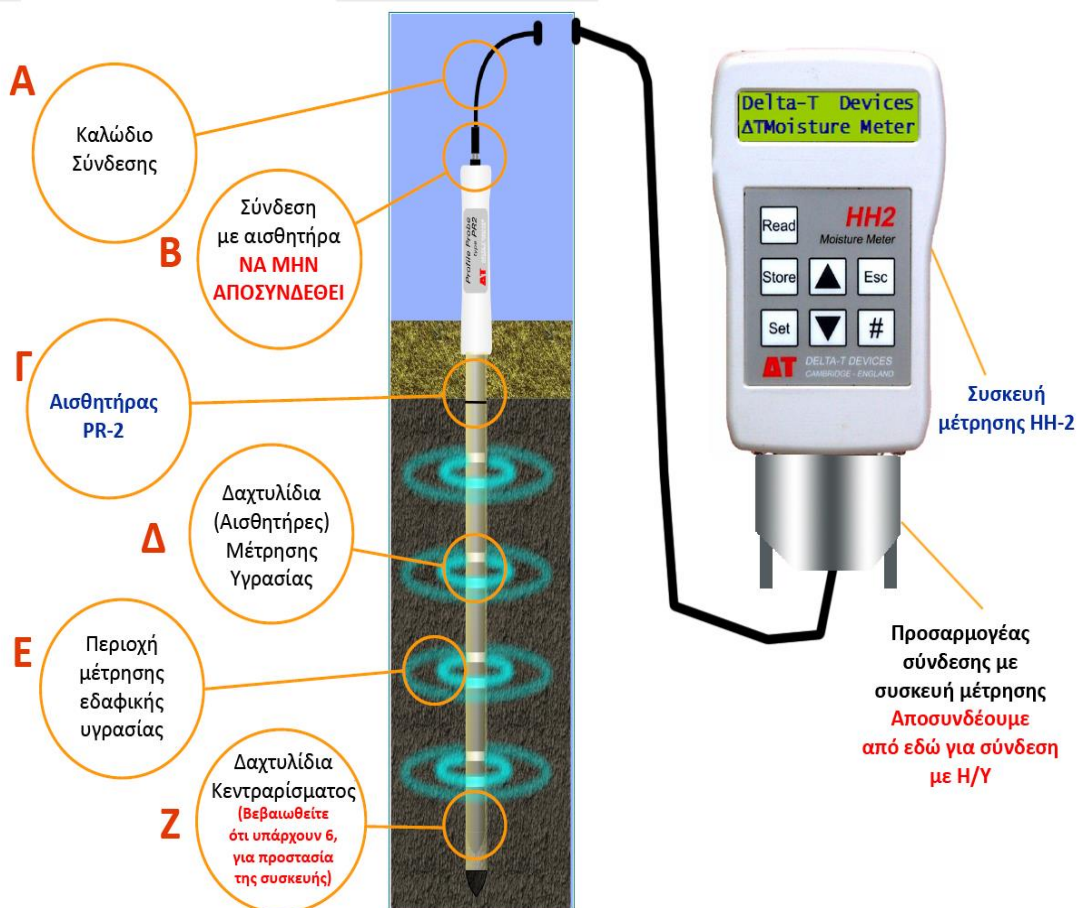
Πρωτόκολλο M.2: Καταγραφή υγρασίας εδάφους

Εισαγωγή

Οι προγραμματισμένες επεμβάσεις στους πιλοτικούς αγρούς αναμένεται να διαφοροποιήσουν διάφορες παραμέτρους, οδηγώντας είτε έμμεσα (π.χ. επίπεδα οργανικής ουσίας, φυτοκάλυψη, αύξηση αποθήκευσης νερού από βροχοπτώσεις, κλπ) είτε άμεσα (π.χ. τροποποίηση προγραμματισμού άρδευσης) την περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία. Για τον λόγο αυτό, η μέτρηση της υγρασίας εδάφους έχουν σημαντική βαρύτητα για την επίτευξη καλύτερης αποτελεσματικότητας στη διαχείριση νερού σε επίπεδο αγρού. Με στόχο την καταγραφή των πιθανών αυτών επιδράσεων, στα πλαίσια του έργου θα πραγματοποιηθούν μετρήσεις εδαφικής υγρασίας σε όλους τους πιλοτικούς αγρούς, ανά τακτά χρονικά διαστήματα και σε σταθερές θέσεις, με χρήση ειδικών αισθητήρων που έχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης καταγραφής της εδαφικής υγρασίας (% v/v) σε διαφορετικά βάθη. Συγκεκριμένα θα γίνει χρήση αισθητήρων PR-2 της εταιρείας DELTA-T, με δυνατότητα μέτρησης υγρασίας (% v/v) σε βάθη 10, 20, 30 και 40 cm (με χρήση κοντών σωλήνων πρόσβασης) και 10, 20, 30, 60 και 100 cm, με χρήση μακρών σωλήνων πρόσβασης. Οι λόγοι που οδήγησαν στη συγκεκριμένη επιλογή έχουν να κάνουν μεταξύ άλλων και στην προηγούμενη εμπειρία χρήσης των σωλήνων από του επιβλέποντες γεωπόνους, τουλάχιστον για την περιοχή του Μεραμβέλλου. Σε αντίθεση με μετρήσεις που πάρθηκαν στο παρελθόν, η φύση του LIFE Agroclimawater επιβάλλει την ύπαρξη μετρήσεων σε μεγαλύτερο βάθος, παρά το γεγονός ότι αυτό δεν είναι πάντα εφικτό, ειδικά στους ελαιώνες της περιοχής Μεραμβέλλου, λόγω φυσικών περιορισμών (δομή και σύσταση του εδάφους, μεγάλο ποσοστό πετρών/βράχων, κλπ). Οι μετρήσεις μέχρι τα 40 cm καλύπτουν το βάθος όπου συνήθως εμφανίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό των ριζών μικρής διαμέτρου, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων, όπως προκύπτει από παλαιότερες μελέτες σε ελαιώνες στην Κρήτη. Παράλληλα, θα είναι κυρίως αυτές που θα χρησιμοποιηθούν για πιθανές τροποποιήσεις του προγραμματισμού άρδευσης στους αρδευόμενους αγρούς. Οι μετρήσεις σε μεγαλύτερο βάθος θα είναι λιγότερο συχνές, με στόχο να καταγραφεί η πιθανότητας απώλειας νερού μέσω βαθιάς διήθησης. Στις παραγράφους που ακολουθούν δίνεται αναλυτική περιγραφή του τρόπου εγκατάστασης των σωλήνων υποδοχής των αισθητήρων, καθώς και του τρόπου λήψης των μετρήσεων. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο αποτελεί το απαραίτητο ενημερωτικό υλικό, καθώς θα πραγματοποιηθεί και επί τόπου εκπαίδευση κατά τη διάρκεια εγκατάστασης των σωλήνων πρόσβασης στους πιλοτικούς αγρούς.

Γενικά για το σύστημα μέτρησης υγρασίας εδάφους

Η συσκευή HH-2 της DELTA-T αποτελεί τμήμα του συστήματος μέτρησης με αισθητήρες PR-2, για τις στιγμιαίες μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας που θα πραγματοποιηθούν στο πλαίσιο του προγράμματος AgroClimaWater. Το σύστημα θα παραδοθεί στους τοπικούς γεωπόνους του προγράμματος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

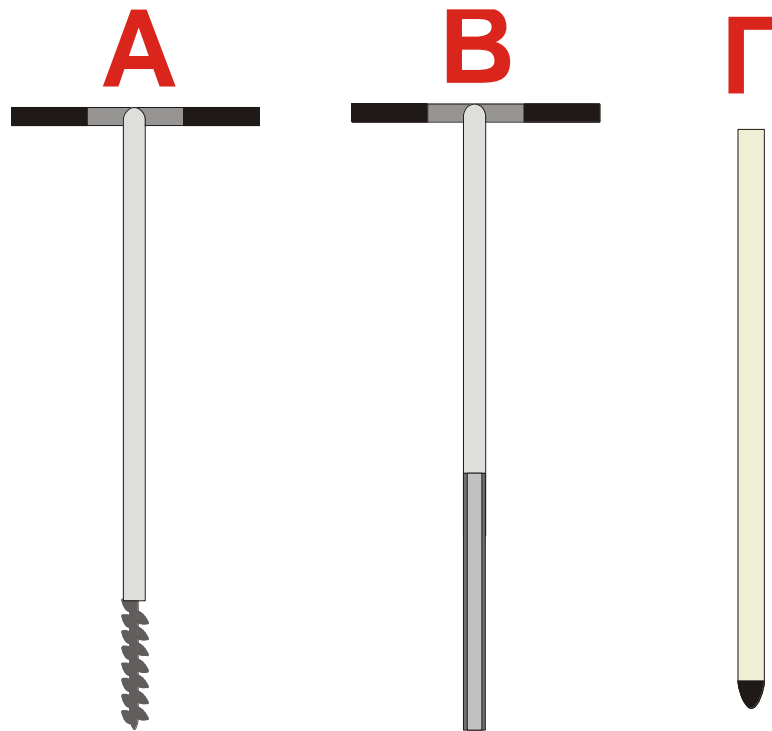


Εικ. 1: Γενικό διάγραμμα του συστήματος μέτρησης υγρασίας εδάφους, αποτελούμενο από συσκευή HH-2 και αισθητήρα μέτρησης υγρασίας PR-2

Για τη λήψη μετρήσεων, θα πρέπει να έχει προηγηθεί η εγκατάσταση των σωλήνων υποδοχής των αισθητήρων σε σταθερές θέσεις. Οι σωλήνες υποδοχής (πρόσβασης) θα τοποθετηθούν από το προσωπικό του IOTSP στους πιλοτικούς αγρούς.

Εγκατάσταση σωλήνων υποδοχής

Για την εγκατάσταση των σωλήνων υποδοχής θα γίνει χρήση τόσο χειροκίνητου όσο και μηχανικού εξοπλισμού, τον οποίο διαθέτει το IOTSP. Η χρήση επιπλέον μηχανικού εξοπλισμού κρίνεται απαραίτητη λόγω των δυσκολιών που αντιμετωπίστηκαν στην εγκατάσταση των σωλήνων πρόσβασης στις πιλοτικές περιοχές κατά τη διάρκεια άλλων έργων.

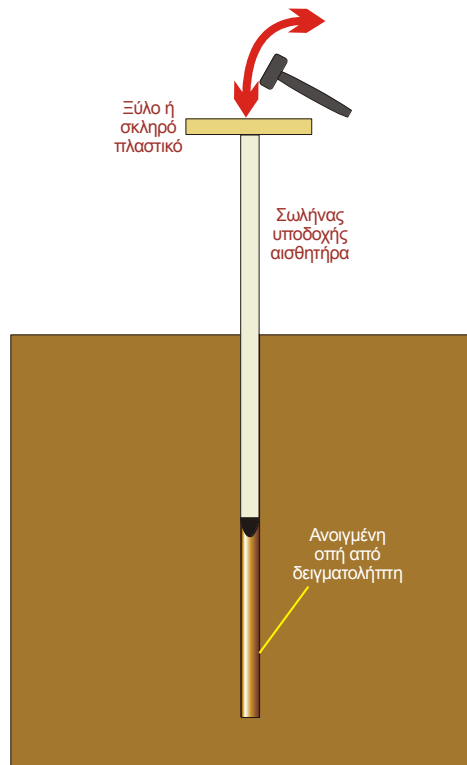


Εικ. 2: Σχηματική αναπαράσταση των 2 δειγματοληπτών του κιτ εγκατάστασης (A και B) και του σωλήνα υποδοχής των αισθητήρων (Γ).

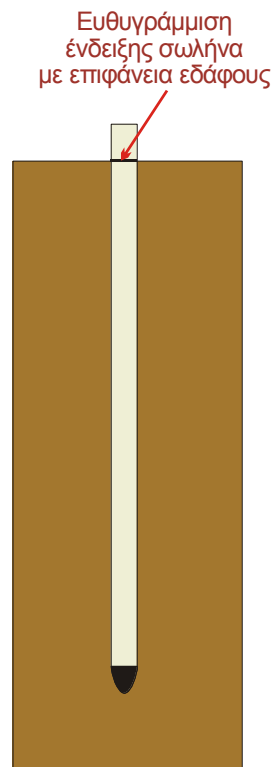
Στο επιλεγμένο σημείο εγκατάστασης ξεκινάμε με την εισαγωγή (περιστροφικά) του δειγματολήπτη A ή του μηχανικού τρυπανιού διαμέτρου 2,5 εκ., οι οποίοι έχουν σημανθεί κατάλληλα σε απόσταση 40 και 100 cm από το κάτω άκρο τους. Η εισαγωγή γίνεται κατακόρυφα με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην ασκούνται οριζόντιες δυνάμεις που θα μεγαλώσουν τη διάμετρο της οπής. Βγάζουμε τον δειγματολήπτη ή το τρυπάνι κάθε φορά που γεμίζει η σπείρα, και απομακρύνουμε το χώμα που έχει συλλεχθεί. Η εισαγωγή του δειγματολήπτη γίνεται μέχρι το προ-σημασμένο σημείο των 40 cm για τοποθέτηση των κοντών σωλήνων και των 100 cm για την τοποθέτηση των μακριών σωλήνων.

Αφού ολοκληρώσουμε το άνοιγμα της οπής με τον δειγματολήπτη ή το τρυπάνι, εισάγουμε στην οπή τον δειγματολήπτη B και τον περιστρέφουμε για λείανση των τοιχωμάτων της οπής. Με την ολοκλήρωση και αυτής της φάσης, ξεκινά η διαδικασία εισαγωγής του σωλήνα υποδοχής στην οπή που ανοίχτηκε. Τοποθετούμε τον σωλήνα στην οπή και τον πιέζουμε κάθετα με το χέρι μέχρι να εισέλθει σε επαρκές βάθος. Αν οι συνθήκες το επιτρέπουν, η εισαγωγή του σωλήνα μπορεί να γίνει με το χέρι μέχρι τα 40 cm. Χρειάζεται όμως προσοχή, γιατί συνήθως, αν ο σωλήνας εισέλθει αρκετά εύκολα μέχρι την τελική του θέση, αυτό αποτελεί ένδειξη ότι η οπή που έχει ανοιχθεί είναι μεγαλύτερη από το κανονικό και θα υπάρξει κενό ανάμεσα στον σωλήνα και το έδαφος, άρα η διαδικασία πρέπει να επαναληφθεί σε νέα θέση.

Εφόσον συναντήσουμε μεγάλη δυσκολία στην εισαγωγή του σωλήνα, τότε τοποθετούμε ένα κομμάτι ξύλο στην κορυφή του και με τη βοήθεια του πλαστικού σφυριού συνεχίζουμε τη διαδικασία εισαγωγής μέχρι την τελική θέση. Ο σωλήνας εισέρχεται στο έδαφος μέχρι να ευθυγραμμιστεί η σημασμένη περιοχή με την επιφάνεια του εδάφους.



Εικ. 3: Διαδικασία εισαγωγής σωλήνα υποδοχής αισθητήρα.



Εικ. 4: Ευθυγράμμιση τελικής θέσης σωλήνα υποδοχής

Περιγραφή συσκευής μέτρησης – Αρχές λειτουργίας

Για την σωστή λειτουργία του συστήματος μέτρησης της εδαφικής υγρασίας, θα πρέπει να ακολουθούνται οι παρακάτω οδηγίες (οι παραπομπές αναφέρονται στα γράμματα που εμφανίζονται στο γενικό διάγραμμα της συσκευής):

A. Το καλώδιο σύνδεσης δεν θα πρέπει να τυλίγεται κατά τη μεταφορά και να λαμβάνεται μέριμνα να μην στρίβεται, προκειμένου να μην φθαρεί.

B. Το καλώδιο συνδέεται με τον αισθητήρα στο σημείο B. Αν και η σύνδεση και αποσύνδεση είναι σχετικά εύκολη και γίνεται με έναν και μόνο τρόπο, καλό θα ήταν το καλώδιο να παραμένει συνεχώς συνδεδεμένο με τον αισθητήρα, για να αποφευχθεί μια λάθος σύνδεση που ενδέχεται να καταστρέψει τις αντίστοιχες επαφές και να χρειαστεί επισκευή ή και αντικατάσταση του αισθητήρα.

C. Ο αισθητήρας PR-2 είναι σχετικά ανθεκτικός στη χρήση και εφόσον έχει γίνει σωστή εγκατάσταση των σωλήνων υποδοχής στον αγρό, η χρήση του αναμένεται να είναι αρκετά εύκολη. Παρόλα αυτά, μπορεί να προκληθούν σημαντικές ζημιές στην περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο κάποιος σωλήνας υποδοχής έχει υποστεί στρέβλωση. Σε περίπτωση που ο χρήστης διαπιστώσει ότι υπάρχει σημαντική αντίσταση κατά την είσοδο του αισθητήρα στον σωλήνα, καλό είναι να αποφύγει την άσκηση υπερβολικής δύναμης, διότι μπορεί να προκληθεί ζημιά στα δαχτυλίδια μέτρησης υγρασίας.

D. Οι αισθητήρες μέτρησης υγρασίας είναι τα μεταλλικά δαχτυλίδια που εμφανίζονται σε ζευγάρια σε διάφορα βάθη. Οι μετρήσεις σε κοντούς ή μακρείς σωλήνες θα γίνονται με αισθητήρες διαφορετικού μήκους. Μετρήσεις με αισθητήρα 40 cm είναι δυνατή σε σωλήνα υποδοχής 100 cm, ενώ είναι αυτονόητο ότι ο αισθητήρας των 100 cm δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μέτρηση σε σωλήνα υποδοχής 40 cm. Εφόσον κάποιο δαχτυλίδι εμφανίζεται χαλαρό ή έχει αποσυνδεθεί μία από τις δύο άκρες του, τότε ο αισθητήρας δεν μπορεί να πάρει μετρήσεις στο αντίστοιχο βάθος. Σε αυτή την περίπτωση, ο χρήστης θα πρέπει να επικοινωνήσει άμεσα με το IOTSP, προκειμένου να δοθεί λύση στο πρόβλημα. Για να μην παρουσιαστούν παρόμοια προβλήματα, ο σωλήνας θα πρέπει: α) να μεταφέρεται και αποθηκεύεται πάντα εντός του προστατευτικού σωλήνα με τον οποίο παραδόθηκε στους τοπικούς γεωπόνους του προγράμματος, β) οι χρήστες να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί ώστε να μην χτυπηθεί βίαια ο αισθητήρας σε καμία φάση της χρήσης του, και γ) να ληφθούν υπόψη τα αναγραφόμενα στην παράγραφο Γ για τη χρήση του αισθητήρα σε περίπτωση στρεβλωμένων σωλήνων υποδοχής και στην παράγραφο Z σχετικά με τα δαχτυλίδια κεντραρίσματος.

E. Η περιοχή μέτρησης υγρασίας εκτείνεται σε ακτίνα περίπου 10 εκατοστών γύρω από τον σωλήνα υποδοχής. Για να αποφευχθεί η λήψη εσφαλμένων ενδείξεων, η περιοχή αυτή θα πρέπει να διατηρείται καθαρή. Για παράδειγμα, δεν θα πρέπει να εισαχθεί στο έδαφος οποιοδήποτε υλικό σήμανσης της θέσης του σωλήνα σε απόσταση μικρότερη των 10 εκατοστών από τον σωλήνα.



F. Τα δαχτυλίδια κεντραρίσματος είναι 6 στο σύνολο, επάνω στον αισθητήρα μέτρησης υγρασίας. Ο χρήστης πρέπει να βεβαιωθεί ότι τα δαχτυλίδια είναι στη θέση τους πριν τη μέτρηση, ώστε να αποφευχθεί ζημιά στους μεταλλικούς αισθητήρες κατά την εισαγωγή στον σωλήνα υποδοχής. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί φθορά ή απώλεια κάποιου δαχτυλιδιού κεντραρίσματος, ο χρήστης πρέπει να επικοινωνήσει με το αντίστοιχο Ινστιτούτο, προκειμένου να σταλούν ανταλλακτικά για αντικατάσταση.

Μέτρηση υγρασίας

Η συσκευή HH-2 θα παραδοθεί στους χρήστες έτοιμη, με της απαραίτητες ρυθμίσεις, ώστε η μέτρηση υγρασίας να γίνεται με τον ευκολότερο δυνατό τρόπο. Η συσκευή θα είναι ήδη προγραμματισμένη για λήψη μετρήσεων από αισθητήρες PR-2, ενώ θα είναι προεπιλεγμένος ο σωστός τύπος εδάφους για την κάθε περίπτωση. Επομένως, ο χρήστης πρέπει να αποφεύγει τη χρήση των διαθέσιμων Μενού της συσκευής πέραν των αναγραφόμενων παρακάτω, ώστε να αποφευχθεί η αλλαγή παραμέτρων που μπορεί να επηρεάσουν την ορθότητα των μετρήσεων.

Η συσκευή HH-2 λειτουργεί με μπαταρία PP3 των 9V. Ο χρήστης θα πρέπει να ελέγχει ανά τακτά χρονικά διαστήματα τον χρόνο ζωής της μπαταρίας, ειδικά πριν ξεκινήσει ένα σετ μετρήσεων. Σε περίπτωση που η μπαταρία αποφορτιστεί κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, χάνονται οι αποθηκευμένες μετρήσεις. Για τον ίδιο λόγο, ο χρήστης θα πρέπει να μεταφέρει τα δεδομένα σε Η/Υ αμέσως μετά το πέρας κάθε σετ μετρήσεων, ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση να χαθούν δεδομένα προηγούμενων μετρήσεων από τη συσκευή.



Η μέτρηση της εδαφικής υγρασίας είναι σχετικά απλή και συνοψίζεται στα παρακάτω βήματα:

1. Βγάζουμε τον αισθητήρα PR-2 από τον προστατευτικό σωλήνα μεταφοράς και τον τοποθετούμε στον σωλήνα υποδοχής στον αγρό. Ο χρήστης πρέπει να βεβαιωθεί ότι η λευκή λαβή του αισθητήρα έχει έρθει σε επαφή με το πάνω μέρος του σωλήνα υποδοχής, ώστε να είναι σίγουρο ότι οι μετρήσεις λαμβάνονται στο σωστό βάθος.
2. Πιέζουμε το πλήκτρο ESC στη συσκευή HH-2, ώστε να τεθεί σε λειτουργία.
3. Πιέζουμε το πλήκτρο READ, ώστε να γίνει η μέτρηση (απαιτούνται μερικά δευτερόλεπτα μέχρι να ολοκληρωθεί).
4. Οι μετρήσεις ανά βάθος εμφανίζονται στην οθόνη και με τα πλήκτρα-βέλη ( ) μπορούμε να ελέγξουμε της μετρήσεις στα διάφορα βάθη.
5. Εφόσον δεν υπάρχει πρόβλημα στη μέτρηση σε κάποιο βάθος, για την αποθήκευση της μέτρησης πιέζουμε το πλήκτρο STORE. Το βήμα αυτό είναι απαραίτητο και δεν πρέπει να παραληφθεί. Η εμφάνιση της μέτρησης στην οθόνη δεν σημαίνει και αυτόματη αποθήκευσή της. Ο χρήστης πρέπει οπωσδήποτε να ολοκληρώσει το βήμα 5, για να είναι σίγουρος ότι η ένδειξη αποθηκεύτηκε.
6. Βγάζουμε τον αισθητήρα PR-2 από τον σωλήνα υποδοχής και τον τοποθετούμε στον σωλήνα μεταφοράς. Στο επόμενο σημείο μέτρησης επαναλαμβάνουμε τα βήματα 1-6.

Έλεγχος μνήμης και μπαταρίας

Ο χρήστης πρέπει να έχει σαφή εικόνα για το αν επαρκεί η μνήμη για αποθήκευση δεδομένων, καθώς και η μπαταρία, όπως προαναφέρθηκε, για λήψη νέων μετρήσεων, πριν ξεκινήσει ένα σετ μετρήσεων. Σε αντίθετη περίπτωση, υπάρχει περίπτωση να μην μπορέσει να ολοκληρώσει τις μετρήσεις που επιθυμεί.

Για τον έλεγχο της κατάστασης της συσκευής HH-2 πριν ξεκινήσει τις μετρήσεις, απαιτούνται τα κάτωθι βήματα:

1. Πιέζουμε το πλήκτρο ESC στη συσκευή HH-2, ώστε να τεθεί σε λειτουργία.
2. Πιέζουμε το πλήκτρο SET για είσοδο στο μενού ρυθμίσεων.
3. Με τα πλήκτρα-βέλη ( ) μεταβαίνουμε στην επιλογή «STATUS».
4. Πιέζουμε το πλήκτρο SET για είσοδο στο μενού «STATUS».
5. Στην επιλογή «RESOURCES» πιέζουμε και πάλι SET.
6. Στην οθόνη εμφανίζονται ενδείξεις για το βαθμό φόρτισης της μπαταρίας, το ποσοστό της μνήμης που χρησιμοποιείται και τον αριθμό των αποθηκευμένων μετρήσεων.



Εικ. 5: Χώρος υποδοχής μπαταρίας

Αν και υπάρχει αρκετός χώρος για αποθήκευση μετρήσεων, καλό είναι να γίνεται αποθήκευση των μετρήσεων μετά από κάθε σερ μετρήσεων, για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Επίσης, καλό θα ήταν οι χρήστες να σβήσουν παλαιότερες μετρήσεις από τη συσκευή HH-2 όταν η χρήση της διαθέσιμης μνήμης φθάσει στο 80%. Αυτό φυσικά γίνεται αφού είμαστε σίγουροι ότι έχουμε κατεβάσει σε Η/Υ όλα τα δεδομένα. Το άδειασμα της μνήμης γίνεται ως εξής: Χρησιμοποιώντας το πλήκτρο SET και τα πλήκτρα-βέλη μεταβαίνουμε στα μενού: «Options» → «Data» → «Erase». Εκεί επιλέγουμε «Yes» στην ερώτηση αν θέλουμε να σβήσουμε τα δεδομένα και πιέζουμε SET.

Όσον αφορά στη χρήση της μπαταρίας, καλό είναι αυτή να αντικαθιστάται όταν ο βαθμός φόρτισής της φτάσει στο 25%. Η αντικατάσταση γίνεται με τη συσκευή κλειστή και αποσυνδεδεμένη από το αισθητήρα, ανοίγοντας το καπάκι στο πίσω μέρος της και αντικαθιστώντας την μπαταρία των 9V. **Επισήμανση: Η αντικατάσταση της μπαταρίας γίνεται αφού είμαστε βέβαιοι ότι όλα τα δεδομένα έχουν μεταφερθεί σε Η/Υ.**

Μεταφορά δεδομένων σε Η/Υ

Για τη μεταφορά των δεδομένων σε Η/Υ, θα έχει προηγηθεί εγκατάσταση από το IOTSP της εφαρμογής HH2Read σε Η/Υ των τοπικών γεωπόνων του προγράμματος. Η εγκατάσταση σε φορητό υπολογιστή είναι προτιμότερη, αφού δίνει τη δυνατότητα άμεσης μεταφοράς των δεδομένων ακόμη και στον αγρό για επιτόπιο έλεγχο τους μόλις ολοκληρωθεί ένα σερ μετρήσεων.

Για τη μεταφορά των δεδομένων συνδέουμε τη συσκευή HH-2 σε Η/Υ μέσω του ειδικού καλωδίου «25 → 9 pin». Από το Μενού «Options» επιλέγουμε «Remote» και πατάμε το πλήκτρο SET. Από την εφαρμογή HH2Read επιλέγουμε την εντολή «Retrieve» και στο πλαίσιο «Save as» που εμφανίζεται δίνουμε ένα όνομα στο αρχείο και επιλέγουμε τον φάκελο αποθήκευσης.

Καλό είναι να μην αντικατασταθεί ένα υπάρχον αρχείο, αλλά να δημιουργηθεί ένα νέο, με ένδειξη της ημερομηνίας (π.χ. «PlataniasSM22072017.csv»). Τα αρχεία με τις μετρήσεις υγρασίας θα πρέπει να στέλνονται εντός των επόμενων ημερών με e-mail στο IOTSP, με σκοπό την αρχειοθέτηση και επεξεργασία των μετρήσεων.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η εγκατάσταση των σωλήνων υποδοχής θα πραγματοποιηθεί από το προσωπικό του IOTSP παρουσία των τοπικών γεωπόνων. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διαδικασίας

θα πραγματοποιηθεί και εκπαίδευση των τοπικών γεωπόνων στη λήψη μετρήσεων υγρασίας εδάφους. Η εγκατάσταση αφορά 2 σωλήνες υποδοχής των 40 cm και ενός σωλήνα των 100 cm σε κάθε κομμάτι του πιλοτικού αγρού (τμήμα «Μάρτυρα» και τμήμα «Επίδειξης»).

Οι υπεύθυνοι γεωπόνοι θα πρέπει να επισκέπτονται του πιλοτικούς αγρούς και να πραγματοποιούν τις μετρήσεις υγρασίας, σύμφωνα με το παρακάτω πρόγραμμα μετρήσεων. Επίσης θα είναι υπεύθυνοι για την αποστολή των δεδομένων στο IOTSP μετά την ολοκλήρωση κάθε μέτρησης.

Το πρόγραμμα καταγραφής μετρήσεων υγρασίας έχει ως εξής:

A. Μη αρδευόμενοι αγροί:

- Μέτρηση και στα 6 σημεία μέτρησης ανά αγρό με τον αισθητήρα των 40cm κάθε 15 ημέρες
- Μέτρηση στο σημείο υποδοχής των 100 cm με τον «μακρύ» αισθητήρα ανά 30-40 ημέρες

B. Αρδευόμενοι αγροί:

- Μέτρηση και στα 6 σημεία μέτρησης ανά αγρό με τον αισθητήρα των 40cm κάθε 15 ημέρες, εκτός της περιόδου άρδευσης
- Κατά την περίοδο άρδευσης, θα πραγματοποιείται μέτρηση και στα 6 σημεία πριν την εφαρμογή άρδευσης και 2 ημέρες μετά. Ο χρόνος επανάληψης της μέτρησης διαφοροποιείται από τις 15 ημέρες μόνο εφόσον η περίοδος εφαρμογής της άρδευσης είναι μικρότερη από 15 ημέρες. Επομένως σε καμία περίπτωση δεν θα γίνει επανάληψη μέτρησης σε διάστημα μεγαλύτερο των 15 ημερών
- Μέτρηση στο σημείο υποδοχής των 100 cm με τον «μακρύ» αισθητήρα ανά 30-40 ημέρες

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων υγρασίας, όπως σε όλες τις περιπτώσεις, πραγματοποιείται σε 2 φάσεις:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Επιβλέπων γεωπόνος κατά τη διάρκεια των μετρήσεων
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Επιστημονικό προσωπικό IOTSP, μετά την αποστολή των δεδομένων μέσω e-mail

Πρωτόκολλο M.3: Μέτρηση Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας - LAI

Εισαγωγή

Ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (Leaf Area Index: LAI), αποτελεί μια σημαντική παράμετρο όσον αφορά τη δυναμική ενός δένδρου να δεσμεύσει άνθρακα από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης. Πρακτικά, ο δείκτης αυτός συμβολίζει τον λόγο της συνολικής φυλλικής επιφάνειας, προς την επιφάνεια που καταλαμβάνει η προβολή της κόμης του δένδρου (σε m^2/m^2 και επομένως δεν εκφράζεται σε κάποια μονάδα). Πολύ μικρές τιμές (<1) σημαίνουν ότι το φυτό έχει αρκετά αραιή κόμη που δεν εκμεταλλεύεται πλήρως την υπάρχουσα ηλιακή ακτινοβολία, ενώ μεγάλες τιμές (>4) σημαίνουν ότι η κόμη του δένδρου είναι αρκετά πυκνή και επομένως σημαντικό μέρος της φυλλικής επιφάνειας σκιάζεται και δεν μπορεί να είναι φωτοσυνθετικά ενεργό. Εκτός από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας καθορίζει και τις απώλειες σε νερό μέσω της εξάτμισης. Επομένως, ο κύριος στόχος της εφαρμογής χειμερινού και θερινού κλαδεύματος στα πλαίσια του έργου LIFE AgroClimaWater είναι να επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ φωτοσυνθέτουσας και διαπνέουσας φυλλικής επιφάνειας, σε βαθμό που θα οδηγήσει σε επαρκή φωτοσύνθεση με μειωμένες απώλειες νερού.

Με δεδομένη τη δυσκολία της μέτρησης ή και εκτίμησης της συνολικής φυλλικής επιφάνειας ενός δένδρου, οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για την μέτρηση του LAI σε συνθήκες αγρού για τις δενδρώδεις καλλιέργειες, ουσιαστικά βασίζονται σε έμμεση εκτίμηση, συγκρίνοντας τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω από την κόμη του δένδρου κατά τη διάρκεια της μέτρησης, με τα επίπεδα της ακτινοβολίας που περνά μέσα από την κόμη. Σε αυτή την αρχή βασίζεται και η μέτρηση με τη συσκευή LAI-2000 της Li-Cor, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τις μετρήσεις του LAI στα πλαίσια του έργου

Μεθοδολογία

Για την μέτρηση του LAI ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

Από το σύνολο των δένδρων του ελαιώνα, διαλέγουμε 3 δένδρα που αντιπροσωπεύουν την μέση κατάσταση από άποψη μεγέθους και κλαδεύματος.

- Σημειώνουμε τα δένδρα για να αντιστοιχίσουμε τη μέτρηση φυλλικής επιφάνειας με τη μέτρηση διαστάσεων του δένδρου.
- Με τη χρήση μεζούρας υπολογίζουμε τις διαστάσεις (μήκος και πλάτος) της κόμης του κάθε δένδρου.
- Εφόσον υπάρχει ομοιόμορφη νέφωση, προχωρούμε στις μετρήσεις όπως αναλύεται παρακάτω. Αν υπάρχει γρήγορη διαφοροποίηση στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (λίγα σύννεφα που κρύβουν το ηλιακό φως για μικρά διαστήματα), τότε δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί μέτρηση μέχρις ότου σταθεροποιηθεί η κατάσταση.
- Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται κατά την ανατολή ή δύση του ηλίου οπότε επικρατεί διάχυτος φωτισμός.
- Μία μέτρηση γίνεται στον διάδρομο των δέντρων για καταγραφή του φυσικού φωτισμού και 4 μετρήσεις κάτω από το δέντρο για καταγραφή της σκίασης. Αναλυτικές οδηγίες παρακάτω.
- Κάθε μέτρηση αποθηκεύεται ως ξεχωριστό αρχείο.

Αναλυτικά, η χρήση της συσκευής για τη διενέργεια των μετρήσεων περιλαμβάνει τα κάτωθι βήματα:

- Συνδέουμε το καλώδιο στο αριστερό port (όπως βλέπουμε την οθόνη).
- Βάζουμε στον αισθητήρα της συσκευής το κάλυμα των 45°.
- Πατάμε το πλήκτρο «ON».
- Πατάμε «Oper».
- Με τα αντίστοιχα βελάκια (πάνω-κάτω) μεταβαίνουμε στην παράμετρο "11 - Set Oper Mode". Το πρόγραμμα που επιλέγουμε πρέπει να είναι στην πάνω σειρά της οθόνης για να γίνει η επιλογή. Έτσι επιλέγουμε το 11 με «Enter».
- Έχοντας το μενού 1 Sensor X πατάμε ξανά «Enter».
- Στην οθόνη εμφανίζεται το «Seq» που μας δίνει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε έναν αριθμό μετρήσεων εκτός κόμης (ένα πάνω βελάκι) και ένα αριθμό μετρήσεων κάτω από την κόμη. Ακολουθούμε το προεπιλεγμένο (1 πάνω βελάκι και 4 κάτω βελάκια) και πατάμε ξανά «Enter».
- Εμφανίζεται το «reps» που αφορά στον αριθμό των δέντρων που θέλουμε να μετρήσουμε σε κάθε χωράφι. Επειδή θέλουμε να έχουμε κάθε μέτρηση δέντρου ξεχωριστά, επιλέγουμε «rep: 1» και πατάμε «Enter».
- Ακολουθεί η ρύθμιση του «Set prompts». Με το No 12 να είναι πάνω στην οθόνη πατάμε «Enter» και «NEW», εισάγοντας τον κωδικό αγροτεμαχίου (π.χ. 01.01). Εφόσον χρειαστεί διόρθωση σβήνουμε με το αριστερό βελάκι και αφού εισάγουμε το σωστό πατάμε «Enter».
- Στο «Prompt 2 NEW» εισάγουμε την περιοχή και τον χειρισμό (π.χ. Plat_EF: για την περιοχή του Πλατανιά και το τμήμα «Εφαρμογών» του αγρού) και πατάμε «Enter». Ακολουθούν οι επιλογές:
 - Break monitor mode T...
 - Πάνω βελάκι και πάμε στο X1
 - Δεξί βελάκι και πάμε στο X5.
 - Πατάμε LOG και ξαναζητάει τι και που What: 01.01, Where: Platanias και πατάμε Enter.
- Μεταβαίνουμε στον διάδρομο μεταξύ των δέντρων σε σημείο που να μην υπάρχει κανένα εμπόδιο του φυσικού φωτισμού και σηκώνουμε ψηλά τον αισθητήρα με κατεύθυνση προς τον ουρανό και αλφαδιασμένο (βλέπε A στη σχετική εικόνα). Για να γίνει η μέτρηση πατάμε το κουμπί πάνω στον βραχίονα του αισθητήρα. Ακούγεται ένας ήχος που μας βοηθά να επιβεβαιώσουμε ότι ξεκίνησε η μέτρηση και ακολουθεί ένας δεύτερος ήχος όταν η μέτρηση ολοκληρωθεί.
- Στη συνέχεια μεταβαίνουμε κάτω από το δέντρο κοντά στον κορμό και παίρνουμε 4 μετρήσεις για να καλύψουμε τα 4 τεταρτημόρια (90 μοιρών) που σχηματίζουν τον πλήρη κύκλο της προβολής της κόμης (βλέπε B στη σχετική εικόνα).
- Πατάμε LOG και με την ολοκλήρωση των τεσσάρων μετρήσεων τελειώνουμε τη διαδικασία για το συγκεκριμένο δένδρο.
- Μεταβαίνουμε στο επόμενο δέντρο και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία των 5 μετρήσεων.
- Όταν τελειώσουμε με όλα τα δέντρα του ίδιου χωραφιού κλείνουμε τη συσκευή πατώντας «FCT09».



Εικ. 6: Μέτρηση φυσικού φωτισμού στο διάδρομο μεταξύ των δέντρων (A) και μέτρηση σκίασης κάτω από το δέντρο (B).

Χρήσιμες παρατηρήσεις για τη διαχείριση των δεδομένων:

- Όταν ολοκληρωθούν οι 5 μετρήσεις του ίδιου δέντρου (1+4) το αποτέλεσμα του δέντρου αποθηκεύεται σε αρχείο π.χ. FILE311.
- Για να κατεβάσουμε τα δεδομένα στον υπολογιστή κάνουμε τα εξής:
 - Συνδέουμε τη συσκευή στον υπολογιστή και την ανοίγουμε.
 - Ανοίγουμε το λογισμικό FV2200.
 - Επιλέγουμε Acquire
 - Στη συσκευή επιλέγουμε FCT31, Brand=4800, Bts=8, Pavit=none, ΧΟΝ/ΧΟFF=N
 - Στη συνέχεια επιλέγουμε FCT33, Format=standard, Print Obs= Yes, και στον υπολογιστή επιλέγουμε Next.
 - Στον υπολογιστή στο Port ορίζουμε το COM1 και επιλέγουμε Next.
 - Στη συσκευή επιλέγουμε ποιες μετρήσεις θέλουμε να μεταφέρουμε π.χ. FROM 1 THROUGH 10.
 - Στη συνέχεια επιλέγουμε τον φάκελο του υπολογιστή που θα αποθηκευθούν οι μετρήσεις.

Σε οποιαδήποτε περίπτωση παρουσιαστεί παρέκκλιση στην ανταπόκριση της συσκευής σε σχέση με τα παραπάνω αναφερθέντα, ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στο εγχειρίδιο της συσκευής (τμήμα "troubleshooting", που βρίσκεται στη βαλίτσα μεταφοράς, ενώ αν δεν μπορέσει να το διορθώσει επί τόπου, θα πρέπει να ακυρώσει τη μέτρηση και να επιστρέψει τη συσκευή στο Ινστιτούτο για περαιτέρω έλεγχο.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Το πρόγραμμα καταγραφής μετρήσεων LAI έχει ως εξής και αφορά και τους 10 πιλοτικούς αγρούς ανά περιοχή:

- A. Χρόνος μέτρησης: Καλοκαιρινή περίοδος, μετά την εφαρμογή και του θερινού κλαδεύματος
- B. Αριθμός μετρήσεων: Μέτρηση 1 φορά ανά έτος.
- C. Αριθμός μετρήσεων ανά αγρό και ημερομηνία μέτρησης: 1 σετ μετρήσεων (4+1) X 3 δένδρα X 2 χειρισμούς (Μάρτυρας και εφαρμογές) = 6 σετ μετρήσεων

Οι μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν από το επιστημονικό προσωπικό του ΙΟΤΣΡ, το οποίο θα είναι υπεύθυνο και για τη διαχείριση των δεδομένων που θα προκύψουν (στατιστική επεξεργασία).

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων του LAI, όπως σε όλες τις περιπτώσεις, πραγματοποιείται σε 2 φάσεις:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Επιστημονικό προσωπικό ΙΟΤΣΡ που πραγματοποιεί τη μέτρηση στον αγρό
 - Τόπος/Χρόνος: Άμεσος έλεγχος με τη λήψη των μετρήσεων στον αγρό
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό ΙΟΤΣΡ, μετά το κατέβασμα των δεδομένων σε Η/Υ (Δρ. Γ. Κουμπούρης, Δρ. Γ. Ψαρράς)
 - Τόπος/Χρόνος: Εντός 5 ημερών από τη λήψη των μετρήσεων

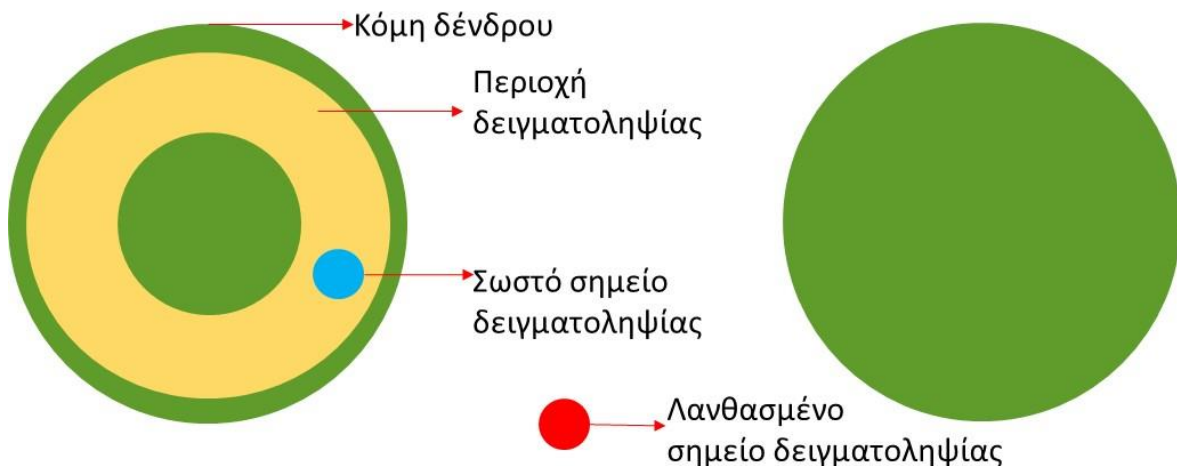
Πρωτόκολλο M.4: Δειγματοληψία και αναλύσεις εδαφών Εισαγωγή

Στα πλαίσια του έργου LIFE AgroClimaWater, πρόκειται να πραγματοποιηθούν δειγματοληψίες εδάφους για τη μέτρηση διαφόρων βασικών ιδιοτήτων και περιεκτικότητας θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος των πιλοτικών αγρών. Υπεύθυνο για τον συντονισμό και τη διενέργεια των αναλύσεων στην περιοχή της Κρήτης είναι το IOTSP. Το παρόν πρωτόκολλο έχει ως σκοπό να παρουσιάσει τόσο τη μεθοδολογία λήψης και αρχικής διαχείρισης των δειγμάτων εδάφους, η οποία θα πραγματοποιηθεί από τους επιβλέποντες των FOR, όσο και τις αναλύσεις που θα ακολουθήσουν στις εγκαταστάσεις του IOTSP. Τα δεδομένα που θα προκύψουν από τις συγκεκριμένες αναλύσεις, θα χρησιμοποιηθούν τόσο για τον προγραμματισμό των επεμβάσεων στους πιλοτικούς αγρούς (π.χ. προγραμματισμός λίπανσης) στη Δράση C.4, όσο και για την αξιολόγηση των επιπτώσεων από την εφαρμογή των πρακτικών, στη Δράση D.2.

Μεθοδολογία

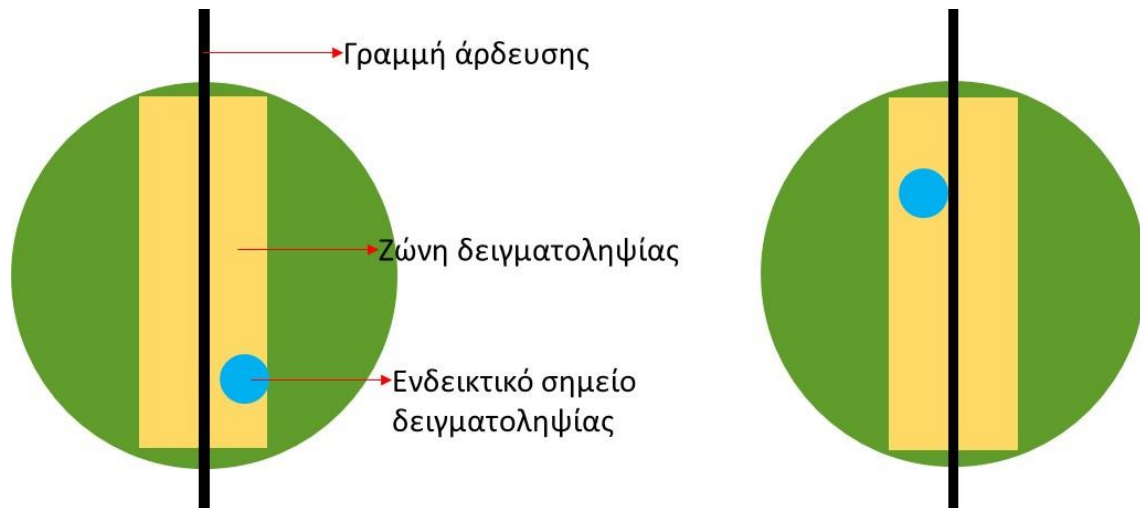
Δειγματοληψία εδάφους / αρχική διαχείριση δειγμάτων

Η σωστή δειγματοληψία εδάφους έχει ως στόχο την επίτευξη όσο το δυνατό πιο αντιπροσωπευτικών μετρήσεων, με δεδομένη την αυξημένη παραλλακτικότητα που παρατηρείται στους εμπορικούς οπωρώνες στις ιδιότητες του εδάφους. Για τον σκοπό αυτό, θα πρέπει να είναι εντοπισμένη στο τμήμα του οπωρώνα που μας ενδιαφέρει, το οποίο συνήθως σχετίζεται με την περιοχή της ενεργούς ριζόσφαιρας και στην περιοχή εφαρμογής των καλλιεργητικών πρακτικών, με σημαντικότερες την λίπανση και άρδευση. Για τον σκοπό αυτό, και με δεδομένη την φύση των πρακτικών που εφαρμόζονται στη διάρκεια του έργου LIFE AgroClimaWater, ως περιοχή λήψης των δειγμάτων εδάφους ορίζεται η περιοχή που οριοθετείται στο παρακάτω σχήμα για τους μη αρδευόμενους αγρούς:



Εικ. 7: Περιοχή και ενδεικτικό σημείο δειγματοληψίας σε μη αρδευόμενο αγρό.

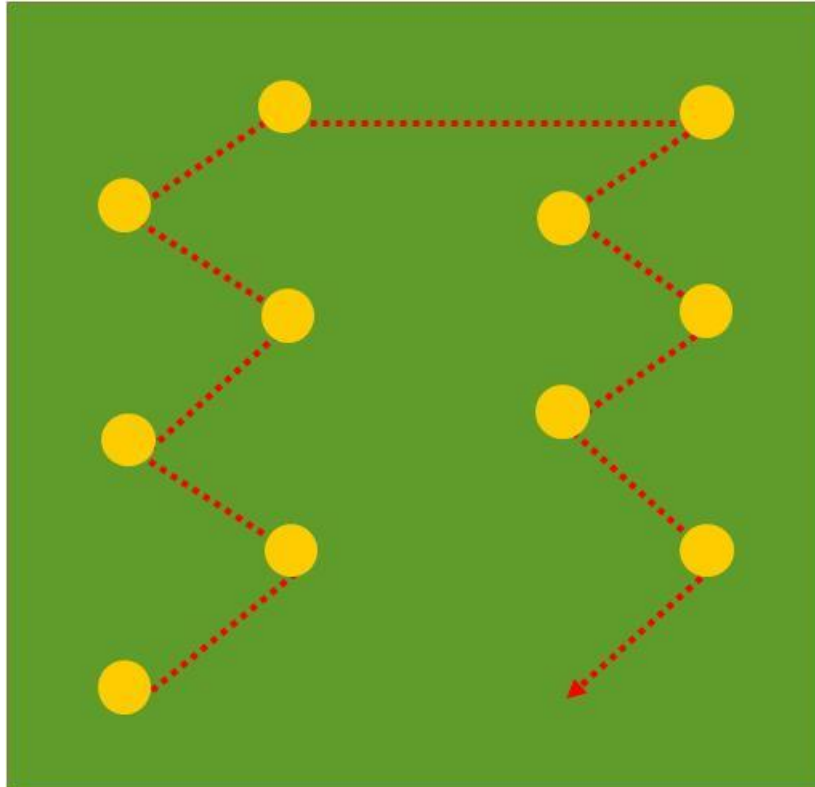
Αντίστοιχα, σε αρδευόμενους αγρούς, τα σημεία δειγματοληψίας θα πρέπει να βρίσκονται κοντά στην αρδευόμενη ζώνη, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



Εικ. 8: Περιοχή και ενδεικτικά σημεία δειγματοληψίας σε αρδευόμενο αγρό.

Κάθε δείγμα θα πρέπει να είναι «σύνθετο», ή αλλιώς για την λήψη ενός δείγματος θα πρέπει να γίνει δειγματοληψία σε 8 έως 10 διαφορετικά σημεία. Η λήψη των δειγμάτων γίνεται με δειγματολήπτη εδάφους (εάν δεν υπάρχει διαθέσιμος, θα παρασχεθεί από το ΙΟΤΣΡ). Ακολουθώντας τις παραπάνω οδηγίες για την επιλογή των σημείων δειγματοληψίας, η διαδικασία ολοκληρώνεται σε κάθε αγρό ακολουθώντας τα κάτωθι βήματα:

- Εντοπίζουμε το σημείο δειγματοληψίας κάτω από την κόμη του δένδρου
- Απομακρύνουμε τα ζιζάνια και τα οργανικά υπολείμματα μέχρι να συναντήσουμε την επιφάνεια του εδάφους, την οποία και ξύνουμε για 1-2 cm
- Με τη βοήθεια του δειγματολήπτη λαμβάνουμε το δείγμα εδάφους στο επιθυμητό βάθος, το οποίο ορίζεται από 0-40 cm
- Αδειάζουμε το δείγμα από τον δειγματολήπτη σε πλαστικό κουβά
- Προχωρούμε στο επόμενο σημείο δειγματοληψίας, φροντίζοντας ώστε η διαδρομή που θα ακολουθήσουμε να είναι ζιγκ-ζαγκ και η απόσταση τέτοια ώστε να μπορέσουμε να σταματήσουμε σε 8-10 σημεία εντός των 2 στρεμμάτων του οπωρώνα. Ενδεικτικό διάγραμμα των σημείων δειγματοληψίας εντός του αγρού εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικ. 9: Ενδεικτικό διάγραμμα με σημεία λήψης δειγμάτων εντός του αγρού, για τη δημιουργία ενός σύνθετου, αντιπροσωπευτικού δείγματος.

- Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία στο 2^ο σημείο δειγματοληψίας και συνεχίζουμε μέχρι να ολοκληρωθεί η δειγματοληψία και στα 8-10 σημεία
- Από το έδαφος που έχει συλλεχθεί στον πλαστικό κουβά, και αφού το αναμείξουμε αρκετά καλά, τοποθετούμε περίπου 1 kg σε πλαστική σακούλα, την οποία κλείνουμε.
- Η πλαστική σακούλα τοποθετείται σε δεύτερη σακούλα και ανάμεσα στις δύο σακούλες τοποθετούμε το καρτελλάκι δειγματοληψίας στο οποίο αναγράφονται τα εξής:

LIFE AgroClimaWater

Ημερομηνία δειγματοληψίας:.....

Υπεύθυνος δειγματοληψίας:.....

Κωδικός αγρού:.....

Ονοματεπώνυμο παραγωγού:.....

Χειρισμός:.....

Αφού κλείσουμε και τη δεύτερη σακούλα, η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τη λήψη του επόμενου σύνθετου δείγματος.

Κάθε δείγμα που λαμβάνεται τοποθετείται σε σκιερό μέρος μέχρι την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου. Αφού συγκεντρωθούν όλα τα δείγματα, θα πρέπει να αποσταλλούν από τους υπεύθυνους γεωπόνους των FOR στο IOTSP, εντός των επόμενων 48 ωρών.

Λήψη δειγμάτων και προεργασία/αποθήκευση στο εργαστήριο

- Κάθε εδαφικό δείγμα που εισέρχεται στο εργαστήριο του IOTSP λαμβάνει κωδικό ανάλυσης και καταχωρείται στο βιβλίο ανάλυσης εδαφών.

- Στη συνέχεια απλώνεται σε επίπεδη επιφάνεια και απομακρύνονται τα πολύ μεγάλα συσσωματώματα και οι πέτρες. Το δείγμα θα παραμείνει για ξήρανση τουλάχιστον για 48 ώρες. Στη συνέχεια θα τοποθετηθεί σε φούρνο για 24 ώρες και σε θερμοκρασία 40°C.
- Αφού ολοκληρωθεί η ξήρανση, το δείγμα μεταφέρεται στην ειδική συσκευή κοσκίνησης, όπου κοσκινίζεται με κόσκινο οπής 2 mm. Η ποσότητα του εδάφους που θα περάσει από το κόσκινο τοποθετείται σε πλαστικά κουτιά αποθήκευσης, μαζί με το καρτελάκι δειγματοληψίας και ανάλυσης, το οποίο κλείνεται και παραμένει στον ειδικό χώρο αποθήκευσης των δειγμάτων εδάφους μέχρι την ώρα της πραγματοποίησης των αναλύσεων.

Προσδιορισμός εδαφικού pH

Για τον προσδιορισμό του εδαφικού pH παρασκευάζεται αιώρημα από 20 g εδάφους και 40 ml απιονισμένου νερού (πάστα εδάφους σε αναλογία εδάφους:νερού 1:2). Η Παρασκευή γίνεται στο ειδικό πλαστικό κύπελλο, το οποίο αφού πωματιστεί, μεταφέρεται σε αναδευτήρα και ακολουθεί περιοδική ανάδευση για 30 min. Ακολούθως το αιώρημα αφήνεται σε ηρεμία για 30 min και στη συνέχεια διηθείται με διηθητικό χαρτί.

Στο διήθημα αυτό γίνεται ο προσδιορισμός του pH με τη βοήθεια ηλεκτρονικού πεχάμετρου (Metler-Toledo Seven-multi).

Προσδιορισμός ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους (EC)

Για τον προσδιορισμό της EC παρασκευάζεται πάστα αναμειγνύοντας 50 g εδάφους και 50 ml απιονισμένου νερού (πάστα εδάφους σε αναλογία εδάφους:νερού 1:1). Η παρασκευή γίνεται στο ειδικό πλαστικό κύπελλο, το οποίο αφού πωματιστεί, μεταφέρεται σε αναδευτήρα και ακολουθεί περιοδική ανάδευση για 30 min. Ακολούθως το μείγμα εδάφους-νερού αφήνεται σε ηρεμία για 30 min. Ο προσδιορισμός της EC γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού οργάνου και χρήση ηλεκτροδίου προσδιορισμού ηλεκτρικής αγωγιμότητας (Metler-Toledo Seven-multi).

Προσδιορισμός μηχανικής σύστασης εδάφους (EC)

- Λαμβάνουμε 50 g του κοσκινισμένου δείγματος (διάμετρος τεμαχιδίων μικρότερη των 2 mm).
- Γεμίζουμε το δοχείο του ειδικού ηλεκτρικού αναμείκτη με απεσταγμένο νερό μέχρι 4 cm κάτω από το χείλος και προσθέτουμε 5 ml διαλύματος πυριτικού νατρίου (υδρύαλου) και 5 ml κεκορεσμένου διαλύματος οξαλικού νατρίου.
- Βάζουμε σε λειτουργία τον αναμείκτη και αναταρράσουμε για 10 min.
- Ρίχνουμε το περιεχόμενο του αναμείκτη στον ειδικό διαβαθμισμένο κύλινδρο και προσθέτουμε απιονισμένο νερό μέχρι την ειδική ένδειξη (χαραγή).
- Φράσσουμε τον κύλινδρο με την παλάμη μας και αναταράσσουμε καλά, ξανατοποθετούμε κατακόρυφα τον κύλινδρο και αμέσως το πυκνόμετρο Βουγιούκου μέσα σε αυτόν και καταγράφουμε τις ενδείξεις σε αυτό:
 - μετά από 40 sec (ένδειξη Α).
 - μετά από 2 ώρες (ένδειξη Β).

Η πρώτη ανάγνωση Α (πολλαπλασιασμένη επί 2) αντιστοιχεί στην περιεκτικότητα του εδάφους σε συστατικά διαμέτρου μικρότερης από 0,05 mm, ήτοι ιλύος και αργίλου. Αντίστοιχα, η ανάγνωση Β αντιστοιχεί στο ποσοστό των τεμαχιδίων αργίλου. Επομένως, ο υπολογισμός των ποσοστών των διαφόρων κλασμάτων γίνεται ως εξής:

- Άμμος (%) = 100 – 2*Α

- Ιλύς (%) = 2*(A-B)
- Άργιλος (%) = 2*B

Οι υπολογισμοί αυτοί αντιστοιχούν σε μετρήσεις σε θερμοκρασία 19,444°C. Μετρώντας την θερμοκρασία του διαλύματος κατά την ανάγνωση των μετρήσεων A και B, προβαίνουμε σε διόρθωση της μέτρησης μας σύμφωνα με τους πίνακες :

Θερμοκρασία >19,444 °C / προσθέτονται:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
19						0,02	0,06	0,09	0,13	0,16
20	0,2	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52
21	0,56	0,6	0,63	0,67	0,7	0,74	0,78	0,84	0,85	0,86
22	0,92	0,96	0,99	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,21	1,24
23	1,28	1,32	1,35	1,39	1,42	1,46	1,5	1,53	1,57	1,6
24	1,64	1,68	1,71	1,75	1,78	1,82	1,86	1,89	1,93	1,96
25	2	2,04	2,07	2,11	2,11	2,14	2,18	2,22	2,25	2,32
26	2,36	2,4	2,43	2,47	2,5	2,54	2,58	2,61	2,65	2,68
27	2,72	2,76	2,79	2,83	2,86	2,9	2,94	2,97	3,01	3,04
28	3,08	3,12	3,15	3,19	3,22	3,26	3,3	3,33	3,37	3,4
29	3,44	3,48	3,51	3,55	3,58	3,62	3,66	3,69	3,73	3,76
30	3,8	3,84	3,87	3,91	3,94	3,98	4,02	4,05	4,09	4,12

Θερμοκρασία <19,444 °C / αφαιρούνται:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	4,12	4,08	4,05	4,01	3,98	3,94	3,9	3,87	3,83	3,8
9	3,76	3,72	3,69	3,65	3,62	3,58	3,54	3,51	3,47	3,44
10	3,4	3,36	3,33	3,29	3,26	3,22	3,18	3,15	3,11	3,08
11	3,04	3	2,97	2,93	2,9	2,86	2,82	2,79	2,75	2,72
12	2,68	2,64	2,61	2,57	2,54	2,3	2,46	2,43	2,39	2,36
13	2,32	2,28	2,25	2,21	2,18	2,14	2,1	2,07	2,03	2
14	1,96	1,92	1,89	1,85	1,82	1,78	1,74	1,71	1,67	1,64
15	1,6	1,56	1,53	1,49	1,45	1,42	1,39	1,35	1,31	1,28
16	1,24	1,2	1,17	1,13	1,1	1,06	1,03	0,99	0,96	0,92
17	0,88	0,84	0,81	0,77	0,74	0,7	0,66	0,62	0,59	0,56
18	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,34	0,3	0,27	0,25	0,2
19	0,16	0,12	0,09	0,05	0,02	0				

Προσδιορισμός ποσοστού ολικών ανθρακικών (ολικό CaCO₃)

Για τον προσδιορισμό του ολικού ποσοστού ανθρακικού ασβεστίου γίνεται χρήση ασβεστομέτρου Bernard. Τα βήματα για τον προσδιορισμό στο ξηρό και κοσκινισμένο δείγμα εδάφους έχουν ως εξής:

- Ζυγίζουμε 2 g δείγματος και το μεταφέρουμε στην κωνική φιάλη της συσκευής Bernard.
- Γεμίζουμε τον υάλινο σωληνίσκο της συσκευής μέχρι τα $\frac{3}{4}$ του ύψους του περίπου με διάλυμα HCl 4 N και τον τοποθετούμε με προσοχή μέσα στην κωνική φιάλη.
- Πωματίζουμε με το ειδικό πώμα και μηδενίζουμε τη στάθμη του υγρού πληρώσεως. Με το αριστερό μας χέρι φέρνουμε το απιοειδές δοχείο της συσκευής δίπλα στη βαθμονομημένη στήλη έτσι ώστε η στάθμη του υγρού να

βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο τόσο στο απιοειδές δοχείο όσο και στο βαθμονομημένο σωλήνα. Ταυτόχρονα ανακινούμε με το δεξί μας χέρι την κωνική φιάλη για να έρθει το διάλυμα του HCl 4N σε επαφή με το δείγμα μας οπότε και εκλύεται CO₂. Το εκλυόμενο CO₂ πιέζει το υγρό πληρώσεως της βαθμονομημένης στήλης, το οποίο κατέρχεται ενώ συγχρόνως κατεβάζουμε και το απιοειδές δοχείο έτσι ώστε η στάθμη του υγρού εντός αυτού να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το υγρό της στήλης και έτσι να εξισώνονται οι υδροστατικές πιέσεις.

- Όταν σταματήσει η έκλυση του CO₂ διακόπτουμε την ανακίνηση και σημειώνουμε την ένδειξη της στήλης.

Στην περίπτωση που η περιεκτικότητα σε ανθρακικά άλατα είναι μεγάλη και το εκλυόμενο αέριο εκτοπίσει όλο το υγρό από τη βαθμονομημένη στήλη, τότε επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία μειώνοντας την ποσότητα του προετοιμασμένου δείγματος σε 1 g. Αν και σε αυτή την περίπτωση συμβεί το ίδιο επαναλαμβάνουμε με 0,5 g δείγματος.

Με βάση τις καταγραφείσες ενδείξεις στη βαθμονομημένη στήλη, το ολικό ποσοστό CaCO₃ υπολογίζεται από τον τύπο :

$$\% \text{CaCO}_3 \text{ (g CaCO}_3 \text{ / 100 g ξηρού εδάφους)} = [1.22 \cdot V_{\text{CO}_2} (100 + \% \text{H}_2\text{O})] / [T \cdot W]$$

Όπου V_{CO₂} = ml παραχθέντος CO₂

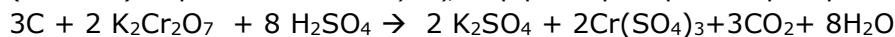
% H₂O = υγρασία του δείγματος

T= θερμοκρασία μέτρησης σε °K, (°K = °C+ 273.15)

W=g εδαφικού δείγματος.

Προσδιορισμός ποσοστού οργανικής ουσίας

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας βασίζεται στον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα που βρίσκεται στο έδαφος, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο υγρής καύσης Walkley-Black. Η μέθοδος βασίζεται στην οξειδωση του άνθρακα με διχρωμικό κάλιο (K₂Cr₂O₇) παρουσία θειικού οξέος, σύμφωνα με την αντίδραση:



Απαιτούμενα υλικά και όργανα:

- Κωνικές φιάλες των 500 ml
- Ογκομετρικοί κύλινδροι των 20 ml
- Προχοίδες των 25 ml
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Αποσταγμένο νερό

Αντιδραστήρια – Παρασκευή Διαλυμάτων:

- Κανονικό διάλυμα διχρωμικού Καλίου 1N . Παρασκευάζεται με διάλυση 49,04 g διχρωμικού καλίου χημικά καθαρού και ξηρού αντιδραστηρίου σε 1 L διαλύματος.
- Διάλυμα δισθενή θειικού σιδήρου (FeSO₄ 7H₂O) 0,5 N . Παρασκευάζεται με διάλυση 139 g δισθενή θειικού σιδήρου σε 800 ml περίπου νερό όπου προσθέτουμε και 20 ml πυκνού H₂SO₄ και αραιώνουμε σε όγκο 1 L με απιονισμένο νερό.

- Διάλυμα διφαινουλαμίνης. Παρασκευάζεται με διάλυση 0,5 g διφαινουλαμίνης σε 20 ml νερού και προσθήκη 100 ml πυκνού H₂SO₄.
- Πυκνό Φωσφορικό οξύ (H₃PO₄ 85%).
- Φθοριούχο νάτριο (NaF).
- Πυκνό θειικό οξύ (H₂SO₄ 98%).

Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας:

- Ζυγίζουμε δείγμα εδάφους βάρους 1 g (αεροξηραμένου, λειοτριβημένου και κοσκινισμένου). Την ποσότητα αυτή του εδάφους τη μεταφέρουμε στην κωνική φιάλη, έτσι ώστε να πέσει όλη η ποσότητα στον πυθμένα της φιάλης και όχι στα τοιχώματα της.
- Προσθέτουμε 10 ml K₂Cr₂O₇ και ακολουθεί ήπια ανάδευση με περιστροφική κίνηση ώστε να αναμιχθεί το αντιδραστήριο με το έδαφος.
- Στη συνέχεια προσθέτουμε γρήγορα 20 ml πυκνό θειικό οξύ με ογκομετρικό κύλινδρο. Ανακατεύουμε πάλι περιστρέφοντας τη φιάλη για 30-60 sec με προσοχή ώστε να μην κολλήσουν τα τεμαχίδια του χώματος στα τοιχώματα της φιάλης. Αφήνουμε τη φιάλη σε ηρεμία 30 min περίπου για να τελειώσει η αντίδραση της οξειδωσης.
- Μετά το τέλος των 30 λεπτών προστίθεται στην κωνική φιάλη κατά σειρά 150-200 ml νερού, 10 ml πυκνού διαλύματος H₃PO₄, 0,2 g NaF και 1-2 ml (περίπου 10 σταγόνες) δείκτη διφαινουλαμίνης.
- Ανακατεύοντας το δείγμα ογκομετρούμε με FeSO₄ ·7H₂O 0,5 N μέχρι το χρώμα από βαθύ μπλε να γίνει απότομα πράσινο.
- Σημειώνουμε τα ml του θειικού σιδήρου που καταναλώθηκαν για την εξουδετέρωση.
- Σε δεύτερη κωνική φιάλη των 500 ml κάνουμε την ίδια τεχνική χωρίς να προσθέσουμε έδαφος (λευκός προσδιορισμός). Μετά ογκομετρούμε πάλι με διάλυμα 0,5 N FeSO₄ 7H₂O και σημειώνουμε τα ml που καταναλώθηκαν.

Υπολογισμός αποτελεσμάτων:

Ο υπολογισμός του ποσοστού οργανικής ουσίας γίνεται σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ολική οργανική ουσία \%} = (T - \Delta) \cdot N \cdot [0,67/B]$$

Όπου:

- Δ= Ο όγκος σε ml θειικού σιδήρου 0,5 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση της περίσσειας του διχρωμικού καλίου στο δείγμα.
- T= Ο όγκος σε ml θειικού σιδήρου 0,5 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση των 10 ml διχρωμικού καλίου 1N στο λευκό προσδιορισμό.
- B= τα g του χρησιμοποιηθέντος εδάφους

Αν για την οξειδωση της οργανικής ουσίας έχουν καταναλωθεί περισσότερα από 8 ml διχρωμικού καλίου ή κατά την ογκομέτρηση καταναλώθηκαν λιγώτερα από 4 ml θειικού σιδήρου, τότε επαναλαμβάνουμε τον προσδιορισμό παίρνοντας μικρότερη ποσότητα εδάφους ή προσθέτοντας μεγαλύτερη ποσότητα διαλύματος διχρωμικού καλίου.

Προσδιορισμός διαθέσιμου Φωσφόρου (κατά Olsen)

Ο προσδιορισμός του διαθέσιμου Φωσφόρου στο έδαφος γίνεται με την μέθοδο Olsen. Η μέθοδος βασίζεται στην εκχύλιση Φωσφόρου από το έδαφος με διάλυμα 0,5 M NaHCO₃ , pH 8.5. Με το διάλυμα αυτό εκχυλίζονται οι υπό διαλυτή μορφή

ευρισκόμενες ενώσεις του φωσφόρου και τα ανταλλάξιμα φωσφορικά ανιόντα. Ένα άλλο μέρος του φωσφόρου από τα φωσφορικά άλατα με Fe και Al, διαλύεται και εκχυλίζεται λόγω του υψηλού pH του διαλύματος εκχύλισης. Η παραλαμβανόμενη ποσότητα φωσφόρου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το χρόνο εκχύλισης και την ταχύτητα ανακίνησης.

Παρασκευή αντιδραστηρίων:

Παρασκευή αντιδραστηρίου A:

- Διαλύονται 6 g μολυβδαινικού αμμωνίου και 0,145 g τρυγικού καλίου - αντιμονυλίου σε περίπου 300 ml απιονισμένου ύδατος θερμοκρασίας 60-70°C.
- Σε ογκομετρική φιάλη του 0.5 l προστίθενται 70 ml πυκνόθειικό οξύ και συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό έως το 0.5 l.
- Μεταφέρονται τα διαλύματα τα παραπάνω 2 βημάτων σε ογκομετρική των 1 l και συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό έως το 1 l. Το διάλυμα ανακινείται καλά και αποθηκεύεται σε σκούρες πλαστικές φιάλες απουσία φωτός.

Παρασκευή αντιδραστηρίου B:

- Σε 300 mL του αντιδραστηρίου A διαλύονται 1,584 g ασκορβικού οξέος. Το διάλυμα που προκύπτει είναι κίτρινου χρώματος και το ονομάζουμε αντιδραστήριο B.
- Το διάλυμα αυτό το παρασκευάζουμε μόνο αυθημερόν, την ημέρα που πρόκειται να πραγματοποιηθούν μετρήσεις. Η ποσότητα των 100 ml είναι αρκετή για 37 δείγματα (στα οποία πρέπει να προσμετρώνται και τα standard της καμπύλης βαθμονόμησης).

Παρασκευή 0.5 M NaHCO₃ pH 8.5:

- Διαλύουμε 84.01 g NaHCO₃ σε 1800 ml νερό. Ελέγχουμε το pH και ρυθμίζουμε στην τιμή 8,5 είτε με 0,2098 M HCl είτε με 0,3 M NaOH (συνήθως το pH χρειάζεται αύξηση). Μεταφέρουμε σε ογκομετρική φιάλη 2 l και συμπληρώνουμε με H₂O μέχρι τη χαραγή.

Παρασκευή διαλύματος θειϊκού οξέος 5N:

- Σε ογκομετρική φιάλη του 1 l προστίθενται 140 ml πυκνόθειικό οξύ και συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό έως το 1 l.

Παρασκευή διαλύματος 500 ppm P και λοιπών στάνταρ P:

- Ζυγίζουμε 2,1964 g ευδιάλυτου φωσφορικού άλατος (KH₂PO₄) και το διαλύουμε σε 1000 ml απιονισμένο νερό μέσα σε ογκομετρική φιάλη. Το προκύπτον διάλυμα έχει συγκέντρωση 500 ppm P και αποτελεί το stock solution. Από αυτό λαμβάνεται ποσότητα 10 mL και μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 500 mL την οποία πληρώνουμε με απιονισμένο νερό, παρασκευάζοντας διάλυμα συγκέντρωσης 10 ppm P. Από την τελευταία ογκομετρική φιάλη με τις κατάλληλες αραιώσεις δημιουργούμε τα στάνταρ των 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 και 6 ppm P.

Διαδικασία εκχύλισης, ανάπτυξης χρώματος, και μέτρησης:

Εκχύλιση:

- Ζυγίζουμε 2.5 g εδάφους σε πλαστικά μπουκάλια των 50 ml
- Προσθέτουμε 50 ml NaHCO₃ / 0,5 M / pH 8,5
- Αναδεύουμε για 30-45 λεπτά, και διηθούμε το προκύπτον διάλυμα

Ανάπτυξη χρώματος στο δείγμα και τα στάνταρ:

Αναπτύσσουμε κυανό χρώμα στο διήθημα ως εξής:

- Λαμβάνουμε 10 ml εκχύλισματος δείγματος και τα βάζουμε σε ογκομετρική φιάλη 50 ml.
- Προσθέτουμε μια σταγόνα δείκτη para-Nitrophenol (αναπτύσσεται κίτρινο χρώμα) και ογκομετρούμε με 5N H₂SO₄.
- Προσθέτουμε 15 ml απιονισμένου νερού.
- Προσθέτουμε 8 ml αντιδραστηρίου B και συμπληρώνουμε προσεκτικά τη φιάλη μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.
- Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τα στάνταρ.
- Περιμένουμε τουλάχιστον για 45 min μέχρι να αναπτυχθεί το χρώμα.

Μετρήσεις εκχυλίσματος:

Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης και την ανάπτυξη κυανού χρώματος, πραγματοποιείται μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο και σε μήκος κύματος 882 nm τόσο των στάνταρ, όσο και των δειγμάτων.

Υπολογισμοί:

Δημιουργία καμπύλης βαθμολόγησης:

- Από τις μετρήσεις των στάνταρ που δημιουργήθηκαν, γίνεται υπολογισμός των συντελεστών γραμμικής συσχέτισης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή των ενδείξεων του οργάνου σε ppm συγκέντρωσης στο διάλυμα μέτρησης.

Μετατροπή συγκέντρωσης στο τελικό διάλυμα, σε συγκέντρωση P στο έδαφος:

- Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης του P στο έδαφος γίνεται ως εξής:

$$P \text{ (mg/kg)} = A \cdot (50/B) \cdot (50/10)$$

Όπου: A = ppm P στο εκχύλισμα και B = g εδάφους που χρησιμοποιήσαμε.

Προσδιορισμός ανταλλάξιμων μορφών μακροστοιχείων (K, Ca, Mg)

Ο προσδιορισμός της διαθέσιμης ποσότητας μακροστοιχείων στο έδαφος, βασίζεται σε εκχύλιση της ανταλλάξιμης μορφής των στοιχείων και στην συνέχεια προσδιορισμό της συγκέντρωσης των στοιχείων στο προκύπτον εκχύλισμα σε συσκευή ICP-OES. Η διαδικασία εκχύλισης πραγματοποιείται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- Ζυγίζεται ποσότητα 2 gr εδάφους και προστίθεται σε πλαστικούς σωλήνες falcon των 50 ml.
- Στον σωλήνα προστίθενται 40 ml οξικού αμμωνίου και πωματίζεται.
- Ακολουθεί μηχανική ανακίνηση σε αναδευτήρα για 60 min.
- Μετά το πέρας της ανακίνησης, οι σωλήνες τοποθετούνται σε φυγόκεντρο και πραγματοποιείται φυγοκέντρηση στις 4.500 στροφές/min για 3,5 min.
- Με την ολοκλήρωση της φυγοκέντρησης, η υγρή φάση μεταφέρεται σε νέο σωλήνα falcon και συμπληρώνεται με νερό ή οξικό αμμώνιο μέχρι τα 40 ml.

- Εφόσον η μέτρηση δεν πραγματοποιηθεί άμεσα, το διάλυμα αποθηκεύεται σε θερμοκρασία 4°C μέχρι 4 ώρες πριν την πραγματοποίηση της μέτρησης.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης K, Ca και Mg γίνεται με τη χρήση συσκευής ICP-OES (Perkin Elmer Optima 8300). Η βαθμονόμηση της συσκευής πριν την μέτρηση γίνεται με χρήση stock solution διαλύματος multi-standard, ειδικού για χρήση σε ICP. Η τελική συγκέντρωση των στοιχείων στο έδαφος γίνεται απευθείας από τη συσκευή, πολλαπλασιάζοντας την μετρούμενη συγκέντρωση στο τελικό διάλυμα επί 20, μετατρέποντας τα ppm του διαλύματος μέτρησης σε mg/kg του στοιχείου στο ξηρό δείγμα εδάφους.

Προσδιορισμός διαθέσιμων μορφών ιχνοστοιχείων (Fe, Zn, Mn, Cu)

Ο προσδιορισμός της διαθέσιμης ποσότητας ιχνοστοιχείων στο έδαφος, βασίζεται σε εκχύλιση των στοιχείων αυτών και στην συνέχεια προσδιορισμό της συγκέντρωσης τους στο προκύπτον εκχύλισμα σε συσκευή ICP-OES. Η διαδικασία εκχύλισης πραγματοποιείται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- Ζυγίζεται ποσότητα 10 gr εδάφους και προστίθεται σε πλαστικούς σωλήνες falcon των 50 ml.
- Στον σωλήνα προστίθενται 25 ml διαλύματος DTPA και πωματίζεται.
- Ακολουθεί μηχανική ανακίνηση σε αναδευτήρα για 60 min.
- Μετά το πέρας της ανακίνησης, οι σωλήνες τοποθετούνται σε φυγόκεντρο και πραγματοποιείται φυγοκέντρηση στις 4.500 στροφές/min για 3,5 min.
- Με την ολοκλήρωση της φυγοκέντρησης, η υγρή φάση μεταφέρεται σε νέο σωλήνα falcon και συμπληρώνεται με νερό ή οξικό αμμώνιο μέχρι τα 25 ml.
- Εφόσον η μέτρηση δεν πραγματοποιηθεί άμεσα, το διάλυμα αποθηκεύεται σε θερμοκρασία 4°C μέχρι 4 ώρες πριν την πραγματοποίηση της μέτρησης.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης Fe, Zn, Mn και Cu γίνεται με τη χρήση συσκευής ICP-OES (Perkin Elmer Optima 8300). Η βαθμονόμηση της συσκευής πριν την μέτρηση γίνεται με χρήση stock solution διαλύματος multi-standard, ειδικού για χρήση σε ICP.

Η τελική συγκέντρωση των στοιχείων στο έδαφος γίνεται απευθείας από τη συσκευή, πολλαπλασιάζοντας την μετρούμενη συγκέντρωση στο τελικό διάλυμα επί 2,5, μετατρέποντας τα ppm του διαλύματος μέτρησης σε mg/kg του στοιχείου στο ξηρό δείγμα εδάφους.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η λήψη δειγμάτων εδάφους και οι αναλύσεις που περιγράφησαν αφορούν και τους 10 πιλοτικούς αγρούς ανά περιοχή, για κάθε περίοδο λήψης δειγμάτων. Η δειγματοληψία σε κάθε πιλοτικό αγρό αφορά τη λήψη ενός δείγματος από το τμήμα των εφαρμογών και ενός δείγματος από το τμήμα του μάρτυρα. Ο χρόνος πραγματοποίησης των δειγματοληψιών είναι η περίοδος Οκτωβρίου-Νοεμβρίου, κάθε έτος. Ο ακριβής χρόνος δειγματοληψίας θα καθοριστεί σε συνεννόηση των επιβλεπόντων γεωπόνων των FOR με το IOTSP, αφού θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχοπτώσεις και σε περίοδο που ο φόρτος εργασίας στο εργαστήριο του IOTSP θα επιτρέψει την γρήγορη περαιώση των αναλύσεων.

Υπεύθυνοι για τη λήψη των δειγμάτων εδάφους, τη σωστή αρχική διαχείριση και αποθήκευση και την αποστολή στο εργαστήριο του IOTSP για ανάλυση, είναι οι επιβλέποντες γεωπόνοι των FOR.

Η υπόλοιπη διαδικασία για τη διαχείριση, αποθήκευση και ανάλυση των δειγμάτων, καθώς και η επεξεργασία των δεδομένων θα πραγματοποιηθεί από το επιστημονικό προσωπικό του IOTSP.

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος για την ορθή διαδικασία λήψης και ανάλυσης των δειγμάτων εδάφους, έχει ως εξής:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Γεωπόνοι FOR
 - Διαδικασία: Βεβαίωση της ορθής εκτέλεσης της δειγματοληψίας και της σωστής σήμανσης των δειγμάτων
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό IOTSP
 - Διαδικασία: Βεβαίωση ορθής εκτέλεσης των αναλύσεων και έλεγχος αποτελεσμάτων αναλύσεων

Πρωτόκολλο M.5: Δειγματοληψία και αναλύσεις φύλλων

Εισαγωγή

Στα πλαίσια του έργου LIFE AgroClimaWater, πρόκειται να πραγματοποιηθούν δειγματοληψίες φύλλων με σκοπό την ανάλυση για περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία. Υπεύθυνο για τον συντονισμό και τη διενέργεια των αναλύσεων στην περιοχή της Κρήτης είναι το IOTSP. Το παρόν πρωτόκολλο έχει ως σκοπό να παρουσιάσει τόσο τη μεθοδολογία λήψης και αρχικής διαχείρισης των δειγμάτων φύλλων, η οποία θα πραγματοποιηθεί από τους επιβλέποντες των FOR, όσο και τις αναλύσεις που θα ακολουθήσουν στις εγκαταστάσεις του IOTSP. Τα δεδομένα που θα προκύψουν από τις συγκεκριμένες αναλύσεις, θα χρησιμοποιηθούν τόσο για τον προγραμματισμό των επεμβάσεων στους πιλοτικούς αγρούς (π.χ. προγραμματισμός λίπανσης) στη Δράση C.4, όσο και για την αξιολόγηση των επιπτώσεων από την εφαρμογή των πρακτικών, στη Δράση D.2.

Οι αναλύσεις φύλλων αποτελούν το σημαντικότερο εργαλείο διάγνωσης της θρεπτικής κατάστασης των δένδρων και αντανakλούν όχι μόνο την περιεκτικότητα των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, αλλά και τις επιδράσεις διαφόρων άλλων παραμέτρων (π.χ. υδατική καταπόνηση) που μπορούν να επηρεάσουν την πρόσληψή τους από το έδαφος.

Μεθοδολογία

Δειγματοληψία φύλλων / αρχική διαχείριση δειγμάτων

Η σωστή δειγματοληψία των φύλλων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή εφαρμογή της φυλλοδιαγνωστικής. Ο λόγος είναι ότι στα αειθαλή δένδρα (περιλαμβανομένων ελιάς και εσπεριδοειδών φυσικά) υπάρχουν ταυτόχρονα στο δένδρο φύλλα διαφορετικών ηλικιών τα οποία παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις όσον αφορά στη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι επιλογή νεαρών φύλλων, ή φύλλων από τη βλάστηση προηγούμενων ετών θα δώσει σημαντικές αποκλίσεις στη συγκέντρωση των θρεπτικών σε σχέση με τα πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα της τρέχουσας περιόδου βλάστησης, για τα οποία ισχύουν και τα επίπεδα αναφοράς, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Η επιλογή των φύλλων που θα σταλούν για ανάλυση αφορά συνήθως το 4-5 ζεύγος φύλλων σε βλαστούς της τρέχουσας βλαστικής περιόδου όπως φαίνεται ενδεικτικά στο παρακάτω σχήμα για την ελιά. Αντίστοιχη είναι και η δειγματοληψία που πραγματοποιείται στα εσπεριδοειδή. Αυτό βέβαια είναι ενδεικτικό, αφού ανάλογα με τις συνθήκες του ελαιώνα, η βλάστηση μπορεί να έχει μεγαλύτερο ή μικρότερο μήκος και έτσι να χρειαστεί να επιλέξουμε φύλλα ψηλότερα ή χαμηλότερα στο βλαστό. Ο στόχος επομένως, είναι να επιλεγούν τα πρώτα πλήρως ανεπτυγμένα φύλλα (για καλοκαιρινή δειγματοληψία), ή φύλλα ηλικίας 5-6 μηνών (για φθινοπωρινή δειγματοληψία).

Το μέγεθος του δείγματος πρέπει τουλάχιστον 150 φύλλα για την ελιά και 50 για τα εσπεριδοειδή, σε κάθε δείγμα. Επομένως, με δεδομένο ότι το σύνολο



- Το πλαστικό σακουλάκι που περιέχει το δείγμα τοποθετείται σε δεύτερη σακούλα και ανάμεσα στις δύο σακούλες τοποθετούμε το καρτελάκι δειγματοληψίας στο οποίο αναγράφονται τα εξής:

LIFE AgroClimaWater

Ημερομηνία δειγματοληψίας:.....

Υπεύθυνος δειγματοληψίας:.....

Κωδικός αγρού:.....

Ονοματεπώνυμο παραγωγού:.....

Χειρισμός:.....

Αφού κλείσουμε και τη δεύτερη σακούλα, το δείγμα που λαμβάνεται τοποθετείται σε σκιερό μέρος (ιδανικά σε φορητό ψυγείο) μέχρι την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου. Αφού συγκεντρωθούν όλα τα δείγματα, και επιστρέψουμε στις εγκαταστάσεις του FOR, τα σακουλάκια τοποθετούνται σε ψυγείο (4°C), μέχρι την αποστολή του δείγματος στο θα ΙΟΤSP, η οποία θα πρέπει να πραγματοποιηθεί εντός των επόμενων 48 ωρών.

Λήψη δειγμάτων και προεργασία/αποθήκευση στο εργαστήριο

- Κάθε δείγμα φύλλων που εισέρχεται στο εργαστήριο του ΙΟΤSP λαμβάνει κωδικό ανάλυσης και καταχωρείται στο βιβλίο ανάλυσης φύλλων.
- Στη συνέχεια τοποθετείται σε ψυγείο μέχρι την έναρξη της διαδικασίας πλυσίματος και ξήρανσης, εντός των επόμενων 48 ωρών.
- Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει πλύσιμο του δείγματος σε 4 στάδια, ως εξής: α) καλό πλύσιμο σε λεκάνη με νερό βρύσης και απορρυπαντικό χωρίς φώσφορο, β) ξέπλυμα σε λεκάνη με νερό βρύσης, γ) πρώτο ξέπλυμα σε λεκάνη με απιονισμένο νερό, δ) δεύτερο ξέπλυμα σε λεκάνη με απιονισμένο νερό
- Το δείγμα εν συνεχεία τοποθετείται για ξήρανση σε φούρνο, στους 105°C, για 48 ώρες, ή μέχρι σταθερού βάρους
- Το αποξηραμένο δείγμα κονιορτοποιείται σε μύλο άλεσης με σίτα 1 mm και εν συνεχεία τοποθετείται σε σακουλάκι το οποίο κλείνεται ερμητικά στο ανοιχτό άκρο με χρήση θερμότητας στην ειδική συσκευή πλαστικοποίησης
- Το αποξηραθέν και κονιορτοποιημένο δείγμα αποθηκεύεται μέχρι να πραγματοποιηθεί το ζύγισμα για την ανάλυση του δείγματος.

Προσδιορισμός ολικού αζώτου

Ο προσδιορισμός ολικού αζώτου γίνεται με χρήση της μεθόδου Kjeldhal. Ποσότητα 100 mg του αποξηραμένου και κονιορτοποιημένου δείγματος εισάγεται σε σωλήνες και ακολουθεί χώνευση σε ειδική εστία, παρουσία πυκνούθειϊκού οξέος, Se και σαλικυλικού οξέος. Η χώνευση ολοκληρώνεται σε τελική θερμοκρασία 320°C μέχρι το διάλυμα να αποκτήσει πλήρη διαύγεια. Ακολουθεί αραιώση σε όγκο 25ml. Ο προσδιορισμός γίνεται χρωματομετρικά σε φασματοφωτόμετρο PhotoLab 6100VIS (WTW, Γερμανία), έπειτα από προσθήκη αντιδραστηρίων (τρυγικό καλιονάτριο, υποχλωριώδες νάτριο και αλκαλική φαινόλη) και την πλήρη ανάπτυξη του χρώματος (αντίδραση Berthelot). Οι αναφερόμενες ποσότητες δείγματος ενδέχεται να τροποποιηθούν ανάλογα, εφόσον η συγκέντρωση του αζώτου στο δείγμα διαπιστωθεί ότι είναι σημαντικά μικρότερη ή μεγαλύτερη από το αναμενόμενο.

Υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία

Ποσότητα 1g ξηρού δείγματος τοποθετείται σε κάψες πορσελάνης. Αφού τοποθετηθεί σε εστία με θερμαινόμενη πλάκα (300°C) για περίπου 20 λεπτά (μέχρι να σταματήσει η έκλυση καπνού) μέσα σε απαγωγό, ακολουθεί καύση σε κλίβανο αποτέφρωσης (520°C) για 5 ώρες. Η παραγόμενη τέφρα διαλυτοποιείται με προσθήκη 5 ml αραιού (1:4) διαλύματος HCl και παραμονή σε αμμόλουτρο (50-60°C) μέχρι την εμφάνιση ατμών. Ακολουθεί διήθηση και αραιώση σε όγκο 25 ml. Το διάλυμα που προκύπτει μοιράζεται σε δύο πλαστικούς σωλήνες, οι οποίοι καλύπτονται με πώμα και τα δείγματα αποθηκεύονται μέχρι να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων.

Ο πρώτος σωλήνας χρησιμοποιείται για προσδιορισμό των στοιχείων P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn και Cu, σε συσκευή ICP-OES (Perkin-Elmer Optima 8300), με δυνατότητα dual view. Ανάλογα με τη σχετική συγκέντρωση του στοιχείου στο διάλυμα, επιλέγεται ο τρόπος μέτρησης με χρήση των οπτικών που βλέπουν το πλάσμα κάθετα (radial view) ή κατά μήκος (axial view), ώστε να μην επέλθει κορεσμός στα counts, αλλά και να πληρούνται τα ελάχιστα όρια ανίχνευσης στην αντίστοιχη θέση θέασης του πλάσματος. Τα στοιχεία προσδιορίζονται σε 2 διαφορετικά υπο-δείγματα για κάθε αρχικό δείγμα και κάθε δείγμα μετράται 2 τουλάχιστον φορές από τη συσκευή για προσδιορισμό του τυπικού σφάλματος της μέτρησης. Παράλληλα, όπως και σε όλες τις μετρήσεις των υπολοίπων ανόργανων στοιχείων, πραγματοποιούνται μετρήσεις και σε δείγματα γνωστής συγκέντρωσης για έλεγχο της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων.

Ο δεύτερος σωλήνας χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του B. Αρχικά πραγματοποιείται προσθήκη Αζωμεθίνης-Η για την ανάπτυξη κίτρινου χρώματος, η ένταση του οποίου είναι ανάλογη της συγκέντρωσης B στο δείγμα. Για την αποφυγή της επίδρασης στοιχείων όπως τα Al, Cu και Fe, πραγματοποιείται προσθήκη EDTA στο δείγμα.

Παρασκευή διαλυμάτων:

Διάλυμα BUFFER MASKING: 300g οξικού αμμωνίου μεταφέρονται σε περίπου 600 ml απιονισμένου νερού και προστίθενται 150ml glacial οξικού οξέος. Αφού το διάλυμα γίνει διαυγές, συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 1 λίτρου, ενώ το τελικό pH ρυθμίζεται σε 5,2 με χρήση είτε οξικού οξέος είτε αμμωνίας.

Διάλυμα Αζωμεθίνης: 100 ml του buffer αναμειγνύονται με 40 ml απιονισμένου νερού. Ακολουθεί προσθήκη 2,5 g EDTA, 0,25 g Αζωμεθίνης-Η και 1,5 g ασκορβικού οξέος, σε βήματα που ακολουθούν την πλήρη διάλυση του κάθε αντιδραστηρίου πριν την προσθήκη του επόμενου. Το συγκεκριμένο διάλυμα δεν αποθηκεύεται και παρασκευάζεται νέο κάθε φορά που πραγματοποιούνται μετρήσεις.

Παρασκευή standards: 5,719 g βορικού οξέος διαλύονται σε 1000 ml HCl 4% και αποθηκεύονται σε φιάλες πολυαιθυλενίου. Από το συγκεκριμένο αρχικό διάλυμα παρασκευάζονται τα αντίστοιχα standards, με αραιώσεις. Οι συγκεντρώσεις των standards διαφοροποιούνται ανάλογα με την αναμενόμενη συγκέντρωση B στα δείγματα.

Διαδικασία μέτρησης:

Ποσότητα 2,769 ml του διαλύματος αζωμεθίνης αναμειγνύονται με 1,73 ml δείγματος με χρήση ειδικής συσκευής αραιώσης. Μετά από 60 min και αφού ολοκληρωθεί η ανάπτυξη χρώματος στο διάλυμα, πραγματοποιείται μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 410 nm.

Για όλα τα στοιχεία, οι αναφερόμενες αρχικές ποσότητες δείγματος ενδέχεται να τροποποιηθούν ανάλογα, εφόσον η συγκέντρωση κάποιου θρεπτικού στοιχείου στο δείγμα διαπιστωθεί ότι είναι σημαντικά μικρότερη ή μεγαλύτερη από το αναμενόμενο.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η λήψη δειγμάτων φύλλων και οι αναλύσεις που περιγράφησαν αφορούν και τους 10 πιλοτικούς αγρούς ανά περιοχή, για κάθε περίοδο λήψης δειγμάτων. Η δειγματοληψία σε κάθε πιλοτικό αγρό αφορά τη λήψη ενός δείγματος από το τμήμα των εφαρμογών και ενός δείγματος από το τμήμα του μάρτυρα. Ο χρόνος πραγματοποίησης των δειγματοληψιών είναι κοινός τόσο για τα εσπεριδοειδή, όσο και για την ελιά. Η πρώτη περίοδος δειγματοληψίας αφορά το διάστημα Οκτωβρίου-Νοεμβρίου φθινοπωρινή δειγματοληψία, ενώ η δεύτερη πραγματοποιείται εντός του Ιουλίου, κάθε έτος. Ο ακριβής χρόνος δειγματοληψίας θα καθορισθεί σε συνεννόηση των επιβλεπόντων γεωπόνων των FOR με το IOTSP, αφού θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχοπτώσεις και σε περίοδο που ο φόρτος εργασίας στο εργαστήριο του IOTSP θα επιτρέψει την γρήγορη περαίωση των αναλύσεων.

Υπεύθυνοι για τη λήψη των δειγμάτων φύλλων, τη σωστή αρχική διαχείριση και αποθήκευση και την αποστολή των δειγμάτων στο εργαστήριο του IOTSP για ανάλυση, είναι οι επιβλέποντες γεωπόνοι των FOR.

Η υπόλοιπη διαδικασία για τη διαχείριση, αποθήκευση και ανάλυση των δειγμάτων, καθώς και η επεξεργασία των δεδομένων θα πραγματοποιηθεί από το επιστημονικό προσωπικό του IOTSP.

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος για την ορθή διαδικασία λήψης και ανάλυσης των δειγμάτων φύλλων, έχει ως εξής:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Γεωπόνοι FOR
 - Διαδικασία: Βεβαίωση της ορθής εκτέλεσης της δειγματοληψίας και της σωστής σήμανσης των δειγμάτων
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό IOTSP
 - Διαδικασία: Βεβαίωση ορθής εκτέλεσης των αναλύσεων και έλεγχος αποτελεσμάτων αναλύσεων

Πρωτόκολλο M.6: Δειγματοληψία και αναλύσεις για προσδιορισμό της απώλειας νιτρικού αζώτου μέσω της έκπλυσης

Εισαγωγή

Στα πλαίσια του έργου LIFE AgroClimaWater, πρόκειται να πραγματοποιηθεί προσδιορισμός των απωλειών σε νιτρικό άζωτο μέσω της διαδικασίας της εκπλύσεως στους πιλοτικούς αγρούς. Η διαδικασία αυτή αφορά στη λήψη δειγμάτων εδάφους και στον γρήγορο προσδιορισμό της συγκέντρωσης των νιτρικών σε βάθος περίπου 1 μέτρου (όπου είναι εφικτό), ή σε κάθε περίπτωση σε βάθος πέραν της ριζόσφαιρας των δένδρων. Παράλληλα, προσδιορισμός του νιτρικού αζώτου θα πραγματοποιηθεί και σε δείγματα νερού και εδάφους από την επιφανειακή απορροή στους ελαιώνες που βρίσκονται σε περιοχές με μεγάλη κλίση. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται αναλυτικά σε άλλο πρωτόκολλο (M.9). Επίσης, ο τρόπος δειγματοληψίας εδάφους δεν αναλύεται διεξοδικά, αφού έχει αναφερθεί αναλυτικά στο πρωτόκολλο M.4, με μόνη διαφοροποίηση το βάθος δειγματοληψίας και τη λήψη απλών και όχι σύνθετων δειγμάτων.

Μεθοδολογία

Δειγματοληψία εδάφους

Η διαδικασία της λήψης των δειγμάτων εδάφους ακολουθεί τις βασικές αρχές που αναλύονται στο πρωτόκολλο M.4. Λόγω της μικρής ποσότητας εδάφους που απαιτείται για την ανάλυση, η διαδικασία τροποποιείται με τη λήψη απλών δειγμάτων και τη διενέργεια περισσότερων αναλύσεων ανά περίπτωση, όπως αναλύεται στη σχετική παράγραφο για τη συχνότητα καταγραφής του παρόντος πρωτοκόλου. Επομένως, για κάθε τμήμα του πιλοτικού αγρού, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Αφού επιλεγεί το σημείο δειγματοληψίας (βλέπε πρωτόκολλο M.4), γίνεται χρήση δειγματολήπτη για την κάθοδο μέχρι βάθους 1 m, εφόσον είναι εφικτό και σε κάθε περίπτωση >0,65 m. Αν αυτό δεν επιτευχθεί, τότε γίνεται νέα προσπάθεια σε άλλο σημείο για τη λήψη του δείγματος.
- Στο σημείο δειγματοληψίας αφαιρούμε το έδαφος μέχρι το βάθος των 15 περίπου cm και το απορρίπτουμε. Το δείγμα εδάφους από τα 15-25 cm είναι αυτό που τοποθετούμε σε πλαστική σακούλα (τουλάχιστον 500 g χώματος). Αν η ποσότητα (εξαρτάται από τη διάμετρο του δειγματολήπτη) δεν είναι αρκετή, θα συμπληρωθεί με δείγμα από το ίδιο βάθος, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία σε ανάλογο σημείο εντός της ζώνης δειγματοληψίας του ίδιου δένδρου.
- Η πλαστική σακούλα τοποθετείται σε δεύτερη σακούλα και ανάμεσα στις δύο σακούλες τοποθετούμε το καρτελλάκι δειγματοληψίας στο οποίο αναγράφονται τα εξής:

LIFE AgroClimaWater / Δειγματοληψία νιτρικών

Ημερομηνία δειγματοληψίας:.....
 Υπεύθυνος δειγματοληψίας:.....
 Κωδικός αγρού:.....
 Ονοματεπώνυμο παραγωγού:.....
 Χειρισμός:.....
 Υποδείγμα:.....
 Βάθος δειγματοληψίας:.....

- Αφού κλείσουμε και τη δεύτερη σακούλα και αποθηκεύσουμε σε σκιερό μέρος μέχρι την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου, προχωρούμε στο επόμενο βάθος δειγματοληψίας.
- Απομακρύνουμε το έδαφος από την περιοχή βάθους 25-40cm.
- Το δείγμα από βάθος 40-50 cm λαμβάνεται σε νέα σακούλα επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία.
- Συνεχίζοντας, απομακρύνουμε το έδαφος από βάθος 50-90 cm.
- Το δείγμα από βάθος 90-100 cm λαμβάνεται σε νέα σακούλα επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία.
- Με την ολοκλήρωση της δειγματοληψίας στο συγκεκριμένο σημείο, θα έχουν ληφθεί 3 διαφορετικά δείγματα σε βάθη 15-25 cm, 40-50 cm και 90-100 cm.
- Η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε 2 ακόμη σημεία δειγματοληψίας, συλλέγοντας συνολικά 3 δείγματα για κάθε βάθος, από κάθε τμήμα του πιλοτικού αγρού (3X3=9 για την περιοχή του μάρτυρα και 3X3=9 για την περιοχή των εφαρμογών)

Με την ολοκλήρωση των δειγματοληψιών στους πιλοτικούς αγρούς, τα δείγματα αποστέλλονται άμεσα στο IOTSP για να ακολουθήσει η διαδικασία της ανάλυσης.

Λήψη δειγμάτων και προεργασία/αποθήκευση στο εργαστήριο

- Κάθε δείγμα εδάφους που εισέρχεται στο εργαστήριο του IOTSP λαμβάνει κωδικό ανάλυσης και καταχωρείται στο βιβλίο ανάλυσης εδάφους.
- Άμεσα τοποθετείται σε ψυγείο μέχρι την έναρξη της διαδικασίας ανάλυσης, η οποία θα πρέπει να ολοκληρωθεί εντός 48 ωρών.

Προσδιορισμός νιτρικού αζώτου

- Το αρχικό δείγμα διαιρείται σε δύο μέρη: α) ποσότητα 100 g που θα χρησιμοποιηθεί για προσδιορισμό νιτρικών και β) ποσότητα 200 g που θα χρησιμοποιηθεί για προσδιορισμό εδαφικής υγρασίας.
- Το υποδείγμα που θα χρησιμοποιηθεί για προσδιορισμό εδαφικής υγρασίας ζυγίζεται και τοποθετείται σε φούρνο ξήρανσης στους 40°C. Μετά από 48 ώρες γίνεται νέα μέτρηση βάρους και ακολουθούν μετρήσεις ανά 24 ώρες, μέχρι το δείγμα να μην παρουσιάζει απώλειες βάρους μεγαλύτερες του 5%. Η τελευταία αυτή μέτρηση χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ποσοστού εδαφικής υγρασίας του δείγματος.
- Από το υποδείγμα που θα χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των νιτρικών, ποσότητα 25 g τοποθετείται σε σωλήνα falcon και προστίθενται 25 ml απιονισμένου νερού. Ο σωλήνας πωματίζεται και ακολουθεί ανακίνηση σε αναδευτήρα για 20 λεπτά.
- Από το προκύπτον εναιώρημα, λαμβάνεται ποσότητα για το γέμισμα ενός σωλήνα erpendorf, ο οποίος πωματίζεται και φυγοκεντρείται για 2 λεπτά στις 12.000 στροφές.
- Στο διάλυμα που προκύπτει πραγματοποιείται μέτρηση με τη συσκευή Nitrachek, σε παράθεση με δείγμα standard γνωστής συγκέντρωσης.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η λήψη δειγμάτων εδάφους και οι αναλύσεις που περιγράφησαν αφορούν και τους 10 πιλοτικούς αγρούς ανά περιοχή, για κάθε περίοδο λήψης δειγμάτων. Όπως ήδη αναφέρθηκε, κάθε δειγματοληψία αφορά στη συλλογή 9 δειγμάτων (3 βάθη X 3

επαναλήψεις) για κάθε τμήμα του αγρού, ή 18 συνολικά (9 από το τμήμα του μάρτυρα και 9 από το τμήμα των εφαρμογών).

Η συχνότητα λήψης των δειγμάτων θα έχει ως εξής:

- 1^η δειγματοληψία: στη μέση της περιόδου άρδευσης (ενδεικτικά Ιούλιο)
- 2^η δειγματοληψία: στο πέρας της περιόδου άρδευσης (ενδεικτικά Σεπτέμβριο)
- 3^η δειγματοληψία: μετά τις πρώτες σημαντικές βροχοπτώσεις (ενδεικτικά Νοέμβριο)
- 4^η δειγματοληψία: στη μέση περίπου της περιόδου των βροχοπτώσεων (ενδεικτικά τέλη Ιανουαρίου – αρχές Φεβρουαρίου)
- 5^η δειγματοληψία: στο τέλος της περιόδου των βροχοπτώσεων (ενδεικτικά Απρίλιο)

Υπεύθυνοι για τη λήψη των δειγμάτων, τη σωστή αρχική διαχείριση και αποθήκευση και την αποστολή των δειγμάτων στο εργαστήριο του IOTSP για ανάλυση, είναι οι επιβλέποντες γεωπόνοι των FOR.

Η υπόλοιπη διαδικασία για τη διαχείριση, αποθήκευση και ανάλυση των δειγμάτων, καθώς και η επεξεργασία των δεδομένων θα πραγματοποιηθεί από το επιστημονικό προσωπικό του IOTSP.

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος για την ορθή διαδικασία λήψης και ανάλυσης των δειγμάτων φύλλων, έχει ως εξής:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Γεωπόνοι FOR
 - Διαδικασία: Βεβαίωση της ορθής εκτέλεσης της δειγματοληψίας και της σωστής σήμανσης των δειγμάτων
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό IOTSP
 - Διαδικασία: Βεβαίωση ορθής εκτέλεσης των αναλύσεων και έλεγχος αποτελεσμάτων αναλύσεων

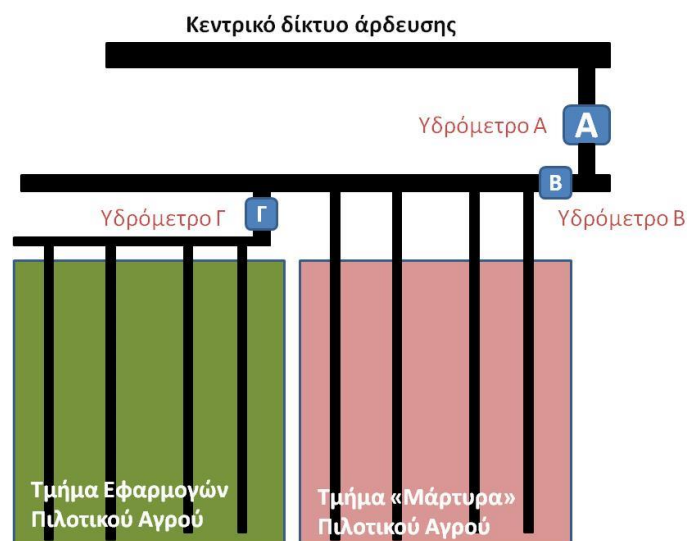
Πρωτόκολλο M.7: Καταγραφή κατανάλωσης νερού άρδευσης

Εισαγωγή

Η κατανάλωση του νερού άρδευσης αποτελεί σημαντική παράμετρο για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού από την πλευρά του παραγωγού, σε σχέση με τον προγραμματισμό άρδευσης που θα εφαρμοστεί μέσω των οδηγιών της επιστημονικής ομάδας του IOTSP. Επομένως, η αναλυτική και τακτική καταγραφή του αριθμού των αρδεύσεων και της ποσότητας του νερού που καταναλώνεται στους αρδευόμενους αγρούς, κρίνεται απαραίτητη. Στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο δίνονται οδηγίες για την καταγραφή της κατανάλωσης νερού άρδευσης τόσο στο τμήμα εφαρμογών, όσο και στο τμήμα του «Μάρτυρα» σε κάθε αγρό. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες που ακολουθούν, αν και υπενθυμίζεται ότι δεν αποτελεί ξεχωριστή διαδικασία από αυτή που περιγράφεται στα παραδοτέα της Δράσης A.2 και τις οδηγίες που ήδη έχουν δοθεί στα πλαίσια των εκπαιδευτικών εκδηλώσεων της Δράσης C.5. Η συμπλήρωση των στοιχείων στην Φόρμα του AWMS από τους παραγωγούς και τους επιβλέποντες γεωπόνους των FOR, θα γίνεται κανονικά, εφαρμόζοντας παράλληλα τις οδηγίες του παρόντος παραδοτέου.

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή της κατανάλωσης νερού άρδευσης είναι ιδιαίτερα απλή και εύκολα κατανοητή για οποιονδήποτε γεωτεχνικό. Επομένως, το σημαντικότερο σημείο της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι η τακτική και ακριβής καταγραφή των δεδομένων. Για την κατανόηση της διαδικασίας καταγραφής είναι απαραίτητη η διευκρίνιση της διαδικασίας που πρόκειται να ακολουθηθεί για την εγκατάσταση υδρομέτρων στους αρδευόμενους πιλοτικούς αγρούς. Η σχηματική αναπαράσταση της γενικής διαμόρφωσης του συστήματος άρδευσης των ελαιώνων, μετά τις προβλεπόμενες αλλαγές (σύμφωνα με τα πλάνα δράσης που αναλύονται στο παραδοτέο C.3.1 και τις εφαρμογές της Δράσης C.4), παρουσιάζεται στο σχήμα του ακολουθεί:



Εικ. 11: Ενδεικτικό διάγραμμα διάταξης υδρομέτρων στον πιλοτικό αγρό.

Σύμφωνα με αυτό, η υδροδότηση του αγρού γίνεται από κεντρικό σημείο υδροληψίας, όπου υπάρχει ήδη εγκατεστημένο το Υδρόμετρο Α. Τις ενδείξεις του συγκεκριμένου υδρομέτρου είναι υποχρεωμένος να καταγράφει ο παραγωγός πριν και μετά από κάθε άρδευση. Θα πρέπει να τονιστεί εδώ βέβαια, ότι από το συγκεκριμένο σημείο υδροληψίας μπορεί να αρδεύονται και επιπλέον αγροί του ίδιου παραγωγού και επομένως η συνολική κατανάλωση μπορεί να μην αφορά μόνο το τμήμα του πιλοτικού αγρού.

Για την επιβεβαίωση της συνολικής κατανάλωσης νερού στον πιλοτικό αγρό, θα πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του έργου η τοποθέτηση του Υδρόμετρου Β. Όπως γίνεται κατανοητό, το υδρόμετρο Β καταγράφει τη συνολική ποσότητα νερού άρδευσης που εφαρμόζεται και στα 2 τμήματα του πιλοτικού αγρού, ενώ οι μετρήσεις του μπορεί να συγκριθούν άμεσα και με αυτές του Υδρόμετρου Α, για επιβεβαίωση των πραγματικών ποσοτήτων που κατέληξαν στον πιλοτικό αγρό.

Σε κάθε αρδευόμενο πιλοτικό αγρό θα υπάρχει και το Υδρόμετρο Γ, το οποίο θα καταγράφει μόνο την ποσότητα νερού που εφαρμόζεται στο τμήμα εφαρμογών του ελαιώνα.

Με βάση τα παραπάνω, ο υπολογισμός της κατανάλωσης νερού σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και με δεδομένο ότι έχει καταγραφεί ακριβώς ο χρόνος εφαρμογής της άρδευσης στις Φόρμες AWMS, γίνεται από τον επιβλέποντα γεωπόνο ως εξής:

- Ποσότητα που εφαρμόζεται στον «Μάρτυρα» (m^3) = Ένδειξη Β – Ένδειξη Γ
- Ποσότητα που εφαρμόζεται στις «Εφαρμογές» (m^3) = Ένδειξη Γ
- Αποκλίσεις από τη συνολική καταγραφόμενη ποσότητα από τον παραγωγό μπορεί να υπολογιστούν αφαιρώντας την ένδειξη Β από την ένδειξη Α

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η καταγραφή της κατανάλωσης του νερού άρδευσης αφορά τους 6 αρδευόμενους ελαιώνες και τους 2 αρδευόμενους εσπεριδεώνες της περιοχής του Πλατανιά, καθώς και τους 2 αρδευόμενους ελαιώνες της περιοχής του Μεραμβέλλου. Υπεύθυνοι για την καταγραφή των ενδείξεων, πριν και μετά από κάθε άρδευση, στα 3 υδρόμετρα είναι:

- Υδρόμετρο Α: παραγωγός
- Υδρόμετρο Β: επιβλέπων γεωπόνος
- Υδρόμετρο Γ: επιβλέπων γεωπόνος

Η συχνότητα καταγραφής των ενδείξεων θα εξαρτηθεί από τον αριθμό αρδεύσεων που θα πραγματοποιηθούν. Για κάθε άρδευση που πραγματοποιείται, θα πρέπει να καταγραφεί η αρχική ένδειξη του υδρομέτρου και η τελική ένδειξη μετά το πέρας της άρδευσης. Η καταγραφή των δεδομένων στις Φόρμες AWMS θα ακολουθείται από αποστολή των δεδομένων σε ηλεκτρονική μορφή στο IOTSP, ώστε να υπάρχει συνεχής εικόνα του αριθμού αρδεύσεων που πραγματοποιήθηκαν και των ποσοτήτων που έχουν χρησιμοποιηθεί ανά άρδευση αλλά και συνολικά στη διάρκεια της τρέχουσας περιόδου άρδευσης. Τα δεδομένα από τις φόρμες AWMS θα αναρτώνται και στη βάση δεδομένων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των σχετικών Δράσεων.

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος για την ορθή διαδικασία καταγραφής, έχει ως εξής:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Γεωπόνοι FOR
 - Διαδικασία: Επιβεβαίωση ορθής λειτουργίας υδρομέτρου και συστήματος άρδευσης, με βάση τις καταγραφόμενες ενδείξεις. Για το υδρόμετρο Α,

θα γίνεται αξιολόγηση των καταγραφών από τους παραγωγούς, βάση των αποκλίσεων από τις ενδείξεις του υδρομέτρου Β.

- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό ΙΟΤΣΠ / RodaxAgro
 - Διαδικασία: Βεβαίωση ορθής εφαρμογής της άρδευσης βάση του προγραμματισμού άρδευσης (ΙΟΤΣΠ). Ποιοτικός έλεγχος καταγραφών στις Φόρμες ΑWMS (RodaxAgro).

Πρωτόκολλο M.8: Καταγραφή παραγωγής καρπών

Εισαγωγή

Η εφαρμογή διαφοροποιημένου σχεδιασμού άρδευσης και λίπανσης μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την παραγωγικότητα των καρποφόρων δένδρων, ειδικά σε μη αρδευόμενους αγρούς. Η έλλειψη νερού επιδρά σε όλες τις σημαντικές παραμέτρους που καθορίζουν το ύψος της παραγωγής, όπως η φωτοσύνθεση, η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων και η μεταβολική δραστηριότητα εντός των κυττάρων. Παράλληλα, το ύψος της παραγωγής αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο για τον καθορισμό του εισοδήματος του παραγωγού, σε μια αγροτική εκμετάλλευση.

Για τους λόγους που προαναφέρθηκαν, η καταγραφή της παραγωγής στο τμήμα εφαρμογών και στο τμήμα του μάρτυρα του πιλοτικού αγρού, αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς επηρεάζει άμεσα την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού, αλλά και την αποτελεσματικότητα άλλων σημαντικών καλλιεργητικών εργασιών.

Η δημιουργία ενός πρωτοκόλλου για την καταγραφή της παραγωγής των πιλοτικών ελαιώνων δεν έχει κύριο σκοπό την περιγραφή του τρόπου καταγραφής, αφού αυτός είναι ιδιαίτερα απλός και αυτονόητος, αλλά την εστίαση σε μερικά πρακτικά ζητήματα που θα διευκολύνουν τη σωστή καταγραφή της παραμέτρου στα 2 τμήματα του πιλοτικού αγρού.

Μεθοδολογία

Ως προς τον τρόπο συγκομιδής των δενδρωδών καλλιεργειών στις πιλοτικές περιοχές, η περίπτωση της ελιάς παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι γίνεται σε μια φάση, σε αντίθεση με τα εσπεριδοειδή, όπου οι συγκομιδές μπορεί να είναι περισσότερες στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Παρόλα αυτά, η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί από τους παραγωγούς θα πρέπει να είναι η ίδια και στις δύο περιπτώσεις, για να εξασφαλιστεί η ακριβής καταγραφή.

Οι επιβλέποντες γεωπόνοι των FOR θα πρέπει να είναι ενήμεροι για τον εκτιμώμενο χρόνο συγκομιδής στους πιλοτικούς αγρούς και να καταβάλλουν προσπάθεια να παρευρίσκονται στον αγρό τουλάχιστον κατά τη διάρκεια συγκομιδής. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να έχουν επισκεφθεί τον αγρό πριν τη συγκομιδή και να ενημερώσουν αναλυτικά τον παραγωγό για τη διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθήσει. Επίσης, πριν τη συγκομιδή, θα πρέπει να επισκεφθούν τους πιλοτικούς αγρούς και να βεβαιωθούν ότι η υπάρχουσα σήμανση των 2 τμημάτων του αγρού είναι ευκρινής και εύκολα αναγνωρίσιμη από τους εργάτες που θα πραγματοποιήσουν τη συγκομιδή.

Οι παραγωγοί έχουν ήδη ενημερωθεί στα πλαίσια εκπαιδευτικών εκδηλώσεων ότι θα πρέπει να συγκομίσουν ξεχωριστά τα 2 τμήματα του αγρού. Παρόλα αυτά, και επειδή δεν έχουν γνώση της ακρίβειας που απαιτείται στη λήψη μετρήσεων, θα πρέπει αυτό να επαναληφθεί αρκετές φορές από τους επιβλέποντες γεωπόνους, οι οποίοι θα τους τονίσουν ότι δεν χρειαζόμαστε οπτική εκτίμηση της παραγωγής κάθε τμήματος του αγρού (στην οποία οι παραγωγοί είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένοι), αλλά καταγραφή (μέτρηση) αυτής. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει ο παραγωγός να ρυθμίσει τη συγκομιδή κάθε τμήματος του αγρού ξεχωριστά. Μόλις η συγκομιδή στο συγκεκριμένο τμήμα ολοκληρωθεί, θα πρέπει τα τσουβάλια ή οι κλούβες από το συγκεκριμένο τμήμα να φορτωθούν ξεχωριστά και να μεταφερθούν στο ελαιοτριβείο ή στο συσκευαστήριο όπου θα ζυγιστούν και θα γίνει καταγραφή της ποσότητας. Εφόσον η συγκομιδή του κάθε τμήματος διαρκέσει περισσότερες από 1 ημέρα και πραγματοποιηθούν

περισσότερα από 1 δρομολόγια, τότε θα πρέπει η καταγραφή να γίνει για κάθε μέρα και η συνολική παραγωγή θα προκύψει από το άθροισμα των επί μέρους συγκομιδών. Επισημαίνεται ότι ο παραγωγός θα πρέπει να φροντίσει ώστε να μεταφερθούν και να ζυγιστούν ξεχωριστά οι ποσότητες του καρπού από κάθε τμήμα και να μην αναμειχθούν με την παραγωγή από άλλους αγρούς που πιθανόν να συγκομίζει ταυτόχρονα. Οι καταγραφείσες ποσότητες θα καταγραφούν στις Φόρμες AWMS και θα δοθούν ως τιμές στους επιβλέποντες γεωπόνους.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Υπεύθυνοι για την καταγραφή της παραγωγής καρπών θα είναι οι παραγωγοί, υπό την επίβλεψη των τοπικών γεωπόνων. Η καταγραφή θα γίνεται κάθε έτος και σε κάθε συγκομιδή και στους 10 πιλοτικούς αγρούς κάθε περιοχής, με ξεχωριστές καταγραφές για τα τμήματα εφαρμογών και μάρτυρα.

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος για την ορθή διαδικασία καταγραφής, έχει ως εξής:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Γεωπόνοι FOR
 - Διαδικασία: Επιβεβαίωση ορθής καταγραφής και σύγκριση τιμών με την εκτίμηση παραγωγής πριν τη συγκομιδή.
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό IOTSP / RodaxAgro

Πρωτόκολλο M.9: Δειγματοληψία και ανάλυση δειγμάτων νερού και εδάφους από επιφανειακή απορροή

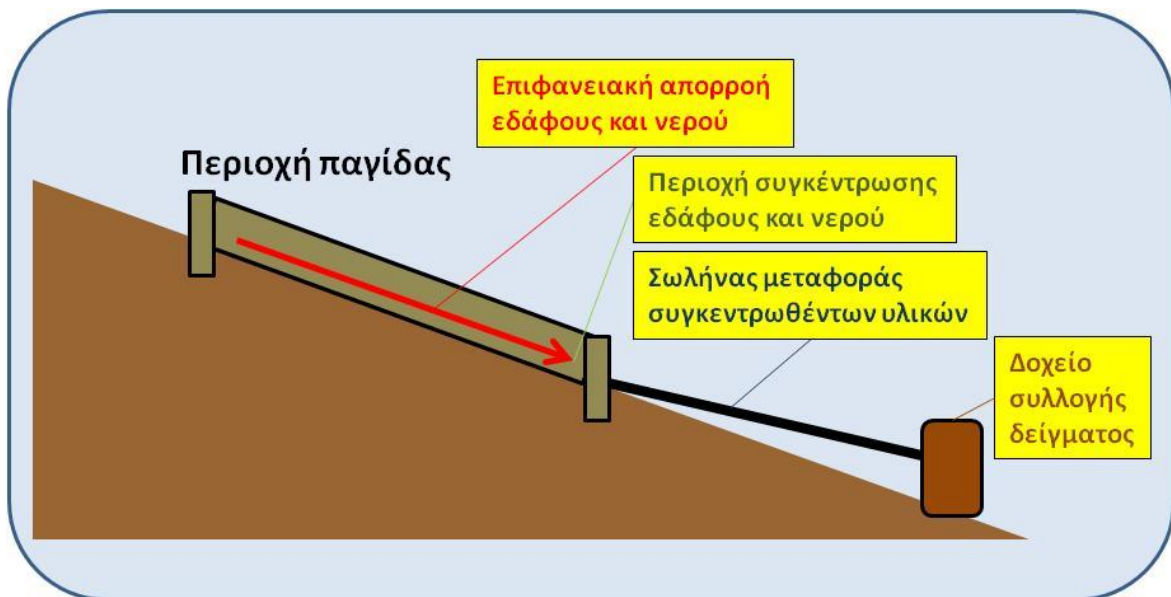
Εισαγωγή

Στα πλαίσια του έργου LIFE AgroCLimaWater πρόκειται να εγκατασταθούν παγίδες συλλογής εδάφους και νερού από την επιφανειακή απορροή, σε 2 ελαιώνες ανά περιοχή που βρίσκονται σε περιοχές με σημαντική κλίση του εδάφους. Οι παγίδες αυτές θα βοηθήσουν στη συλλογή των δειγμάτων χωρίς ανθρώπινη επέμβαση, αλλά θα πρέπει να συντηρούνται από τους γεωπόνους των FOR, οι οποίοι θα έχουν και την υποχρέωση για τη λήψη των δειγμάτων. Το παρόν πρωτόκολλο παρέχει οδηγίες για την λήψη των δειγμάτων από τους επιβλέποντες γεωπόνους, καθώς και παραπομπές για τις αναλύσεις που θα πραγματοποιηθούν στο εργαστήριο, από το προσωπικό του IOTSP.

Μεθοδολογία

Δειγματοληψία και χειρισμός δειγμάτων

Σχηματικά, οι παγίδες που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν την μορφή που εμφανίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικ. 12: Διάγραμμα παγίδας συλλογής δείγματος εδάφους και νερού από την επιφανειακή απορροή.

Μετά από έντονη βροχόπτωση, έδαφος και νερό στην περιοχή της παγίδας μεταφέρονται μέσω της επιφανειακής απορροής στο κατώτερο τμήμα της, όπου λόγω κλίσης συγκεντρώνονται σε περιοχή όπου υπάρχει μια οπή, και μέσω της βαρύτητας μεταφέρονται σε δοχείο που βρίσκεται τοποθετημένο σε χαμηλότερο ύψος. Με τον τρόπο αυτό το δείγμα συλλέγεται χωρίς ανθρώπινη επέμβαση. Μετά την ολοκλήρωση της βροχόπτωσης, ή της περιόδου βροχοπτώσεων (ανάλογα με το ύψος και την ένταση που θα καταγραφούν από τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής, οι επιβλέποντες γεωπόνοι των FOR θα ενημερωθούν ώστε να μεταβούν στην περιοχή και να συλλέξουν τα δείγματα νερού και εδάφους που έχουν συγκεντρωθεί στο δοχείο. Οι μετρήσεις μπορούν να ολοκληρωθούν επί τόπου εφόσον υπάρχει τρόπος ζύγισης των δειγμάτων, ή εναλλακτικά, το δοχείο να μεταφερθεί στις εγκαταστάσεις των FOR για την εκτέλεση

των μετρήσεων. Για την καταγραφή και δειγματοληψία ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- Εφόσον πραγματοποιηθεί μεταφορά, το δοχείο αφήνεται ακίνητο στο σημείο μέτρησης για περίπου 1 ώρα.
- Αρχικά, αφαιρείται η ποσότητα του νερού που περιέχει, ζυγίζεται ή ογκομετρείται και καταγράφεται.
- Δείγμα περίπου 1 λίτρου από το νερό αυτό λαμβάνεται για να σταλεί προς ανάλυση.
- Στη συνέχεια, το δοχείο ζυγίζεται περιέχοντας μόνο το έδαφος που έχει συλλεχθεί και αφού αφαιρεθεί το (ήδη γνωστό) βάρος του δοχείου, καταγράφεται το βάρος του εδάφους που περιέχει.
- Από το έδαφος που έχει συλλεχθεί, λαμβάνεται δείγμα περίπου 1 kg και τοποθετείται σε δοχείο που κλείνει ερμητικά.

Το μπουκάλι με το δείγμα νερού και το δοχείο με το δείγμα εδάφους τοποθετούνται σε ξεχωριστές σακούλες, στις οποίες τοποθετείται το καρτελάκι δειγματοληψίας με τις παρακάτω πληροφορίες:

LIFE AgroClimaWater

Ημερομηνία δειγματοληψίας:.....

Είδος δείγματος:.....

Υπεύθυνος δειγματοληψίας:.....

Κωδικός αγρού:.....

Ονοματεπώνυμο παραγωγού:.....

Χειρισμός:.....

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται στην επόμενη παγίδα, μέχρι να ληφθούν τα δείγματα από όλες τις παγίδες. Τα δείγματα αποστέλλονται εν συνεχεία στο IOTSP για ανάλυση. Με την άφιξη των δειγμάτων στο IOTSP, τα δείγματα καταγράφονται στο βιβλίο αναλύσεων και αποκτούν το δικό τους κωδικό ανάλυσης. Το δείγμα νερού τοποθετείται σε ψυγείο (4°C) μέχρι να αναλυθεί. Το δοχείο με το δείγμα εδάφους ζυγίζεται και εν συνεχεία τοποθετείται ανοικτό σε φούρνο ξήρανσης για 48 ώρες ή μέχρι σταθερού βάρους. Από τις ζυγίσεις προ και μετά την ξήρανση καθώς και του βάρους του δοχείου που περιείχε το δείγμα, προκύπτει το καθαρό βάρος του εδάφους και το ποσοστό υγρασίας, παράμετροι οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της αντιστοιχίας βάρους στο συνολικό δείγμα εδάφους που είχε καταγραφεί κατά τη δειγματοληψία στον αγρό.

Αναλύσεις

Στα δείγματα εδάφους πραγματοποιείται προσδιορισμός ποσοστού οργανικής ουσίας, NO₃-N, P και K, σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στο πρωτόκολλο M.4 (ενότητα 2.4.). Στα δείγματα νερού, αφού φιλτραριστούν για την απομάκρυνση στερεών σωματιδίων, πραγματοποιείται προσδιορισμός NO₃-N, P και K, όπως αναγράφεται στα πρωτόκολλα M.5 και M.6 (ενότητες 2.5 και 2.6), ξεκινώντας από το στάδιο λήψης του διαλύματος μέτρησης, αφού το νερό δεν χρειάζεται επιπλέον επεξεργασία, όπως τα εδάφη.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η λήψη δειγμάτων νερού και εδάφους και οι αναλύσεις που περιγράφησαν αφορούν μόνο τους 2 πιλοτικούς αγρούς ανά περιοχή, οι οποίοι βρίσκονται σε περιοχές με κλίση.

Η κάθε δειγματοληψία στους πιλοτικούς αγρούς αφορά στη λήψη ενός δείγματος εδάφους και ενός νερού από το τμήμα των εφαρμογών και αντίστοιχου αριθμού δειγμάτων από το τμήμα του μάρτυρα. Ο χρόνος πραγματοποίησης των δειγματοληψιών είναι η περίοδος των έντονων βροχοπτώσεων κάθε έτους (ενδεικτικά Νοέμβριος – Μάρτιος), αλλά αυτό μπορεί να επεκταθεί ή συρρικνωθεί χρονικά, ανάλογα με το ύψος και την ένταση των βροχοπτώσεων κάθε έτους. Ο ακριβής χρόνος δειγματοληψίας θα καθοριστεί σε συνεννόηση των επιβλεπόντων γεωπόνων των FOR με το IOTSP, αφού θα πρέπει να γίνει αξιολόγηση των μετεωρολογικών δεδομένων κάθε περιοχής και επομένως δεν θα είναι απαραίτητα ο ίδιος για κάθε μια από τις πιλοτικές περιοχές. Συνολικά, θα πραγματοποιηθούν τουλάχιστον 2 δειγματοληψίες ανά περίοδο βροχοπτώσεων (αρχή και τέλος της περιόδου), αλλά ο αριθμός μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

Υπεύθυνοι για τη λήψη των δειγμάτων, τη σωστή αρχική διαχείριση και την αποστολή στο εργαστήριο του IOTSP για ανάλυση, είναι οι επιβλέποντες γεωπόνοι των FOR.

Η υπόλοιπη διαδικασία για τη διαχείριση, αποθήκευση και ανάλυση των δειγμάτων, καθώς και η επεξεργασία των δεδομένων θα πραγματοποιηθεί από το επιστημονικό προσωπικό του IOTSP.

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος για την ορθή διαδικασία λήψης και ανάλυσης των δειγμάτων εδάφους, έχει ως εξής:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Γεωπόνοι FOR
 - Διαδικασία: Βεβαίωση της ορθής εκτέλεσης της δειγματοληψίας και της σωστής σήμανσης των δειγμάτων
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό IOTSP
 - Διαδικασία: Βεβαίωση ορθής εκτέλεσης των αναλύσεων και έλεγχος αποτελεσμάτων αναλύσεων

Πρωτόκολλο M.10: Καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων

Εισαγωγή

Η ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων είναι μια αναγκαιότητα σε περιοχές με έλλειψη νερού. Στην αναπτυγμένη γεωργία, οι απώλειες της παραγωγής λόγω μη σωστής θρέψης ή φυτο-υγείας έχουν μειωθεί σημαντικά, ενώ αυτές που έχουν σχέση με την διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης συνεχίζουν να είναι μεγαλύτερες από τις απώλειες που προκαλούνται από όλες τις άλλες αιτίες συνολικά. Γι' αυτό τα τελευταία χρόνια γίνονται σημαντικές προσπάθειες προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του νερού άρδευσης μέσω καλύτερης διαχείρισης.

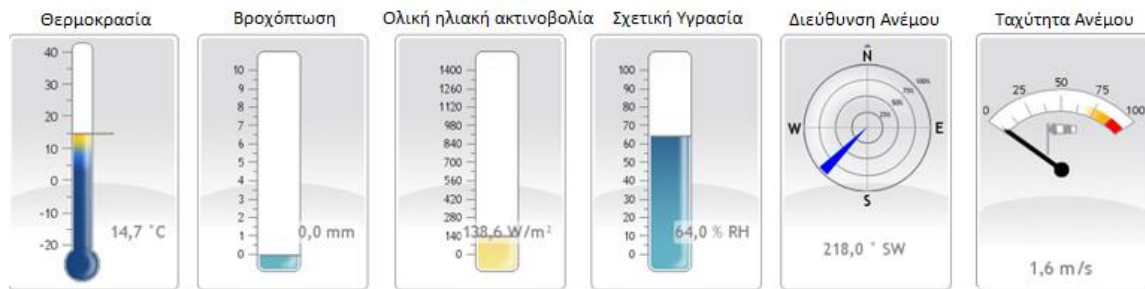
Εξαιτίας της έλλειψης σχεδιασμού της άρδευσης (πότε και πόσο νερό να βάλουμε), οι αγρότες αρδεύουν εμπειρικά και για να αισθάνονται ασφαλείς τείνουν να αυξάνουν την ποσότητα του νερού άρδευσης, ιδιαίτερα όταν η τιμή του είναι χαμηλή. Σαν αποτέλεσμα 20% περίπου του εφαρμοζόμενου νερού χάνεται, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσονται ανταγωνισμοί και διαμάχες με άλλους τομείς κατανάλωσης (ύδρευση, τουρισμός). Συμβουλευτικές υπηρεσίες άρδευσης μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τους αγρότες στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τους περιβαλλοντικούς κινδύνους, συμβάλλοντας στην αειφορία του αγροτικού τομέα στις παρούσες αλλά και στις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Στα πλαίσια αυτά, η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων και η άρδευση σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών, όπως αυτές επηρεάζονται από τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες, βοηθά στην ορθολογική χρήση του νερού άρδευσης. Για το σκοπό αυτό, στα πλαίσια του έργου LIFE AgroClimaWater θα γίνει καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων κάθε πιλοτικής περιοχής, με κύριο σκοπό την αξιοποίηση των δεδομένων για την άρδευση των καλλιεργειών, αλλά και συσχέτιση των κλιματικών παραμέτρων με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν σε άλλες παραμέτρους παραγωγικότητας και αξιοποίησης των εισροών στους αγρούς.

Μεθοδολογία

Προκειμένου για τις πιλοτικές περιοχές της Κρήτης (λεκάνη απορροής Πλατανιά και Μεραμβέλου) να ακολουθηθεί ένα πλάνο ορθών αρδευτικών πρακτικών, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα από σταθμούς εντός των περιοχών ενδιαφέροντος. Αναλυτικότερα, για τη λεκάνη απορροής του Πλατανιά, υπάρχει ήδη από το 1980 εγκατεστημένος μετεωρολογικός σταθμός (περιοχή οικισμού Ταυρωνίτη). Ο συγκεκριμένος σταθμός χαρακτηρίζεται ως μόνιμης τοποθέτησης σε συνθήκες περιβάλλοντος, ενώ με τις κατάλληλες εργασίες συντήρησης και επισκευής (στα πλαίσια του παρόντος έργου) θα παρέχει μετεωρολογικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Για την ακριβέστερη όμως εκτίμηση των υδρολογικών συνθηκών και κατά επέκταση των αρδευτικών αναγκών εντός των πιλοτικών αγρών της λεκάνης του Πλατανιά θα εγκατασταθεί, στην ευρύτερη περιοχή των 10 πιλοτικών αγρών, επιπλέον φορητός μετεωρολογικός σταθμός τύπου Davis. Η τοποθέτηση του δεύτερου σταθμού στην περιοχή των Βουκολιών θα βοηθήσει στην καλύτερη καταγραφή της κατάστασης σε συνθήκες πιο κοντινές σε αυτές των πιλοτικών αγρών, σε σχέση με την καταγραφή της κατάστασης στην παραλιακή ζώνη, που πραγματοποιείται από τον σταθμό του Ταυρωνίτη.

Αντίστοιχα, για την περιοχή της λεκάνης Μεραμβέλου ο προσδιορισμός των αρδευτικών αναγκών στα πλαίσια των σημερινών αλλά και μελλοντικών κλιματικών συνθηκών, θα λάβει χώρα με βάση τα στοιχεία μετεωρολογικού σταθμού τύπου Davis που θα εγκατασταθεί σε έναν από τους αρδευόμενους αγρούς της παραλίας Μιλάτου, ο οποίος θα παρέχει επαρκή δεδομένα για την αρδευόμενη ζώνη της περιοχής, η οποία αφορά κυρίως το χαμηλότερο υψομετρικά τμήμα της λεκάνης απορροής.

Όλοι οι προαναφερόμενοι μετεωρολογικοί σταθμοί με τους κατάλληλους αισθητήρες που διαθέτουν θα παρέχουν συνεχείς μετρήσεις (κατά τη διάρκεια όλου του 24ωρου) μετεωρολογικών παραμέτρων όπως: α) θερμοκρασίας αέρα, β) βροχόπτωσης, γ) έντασης ηλιακής ακτινοβολίας, δ) υγρασίας ατμόσφαιρας, ε) διεύθυνσης ανέμου, και ζ) ταχύτητας ανέμου.



Εικ. 13: Μετεωρολογικές παράμετροι που θα καταγράφονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς και θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό των αναγκών άρδευσης.

Η μετάδοση των παραπάνω μετεωρολογικών δεδομένων από τους αντίστοιχους σταθμούς (Πλατφόρμα συλλογής δεδομένων) θα γίνεται μέσω κινητής τηλεφωνίας - τηλεμετρικού συστήματος (Υποσύστημα επικοινωνίας) (Ταυρωνίτης) ή μέσω διαδικτύου (σταθμοί Davis), ενώ η συγκέντρωση και επεξεργασία τους θα πραγματοποιείται σε κεντρικό υπολογιστή (Σταθμός βάσης) του Ινστιτούτου Ελιάς Υποτροπικών Φυτών & Αμπέλου στα Χανιά (Εργαστηρίου Υδατικών Πόρων & Αρδεύσεων). Παράλληλα θα πρέπει να επισημάνουμε ότι σε τακτά χρονικά διαστήματα θα γίνεται έλεγχος λειτουργίας και συντήρηση των τηλεμετρικών σταθμών.

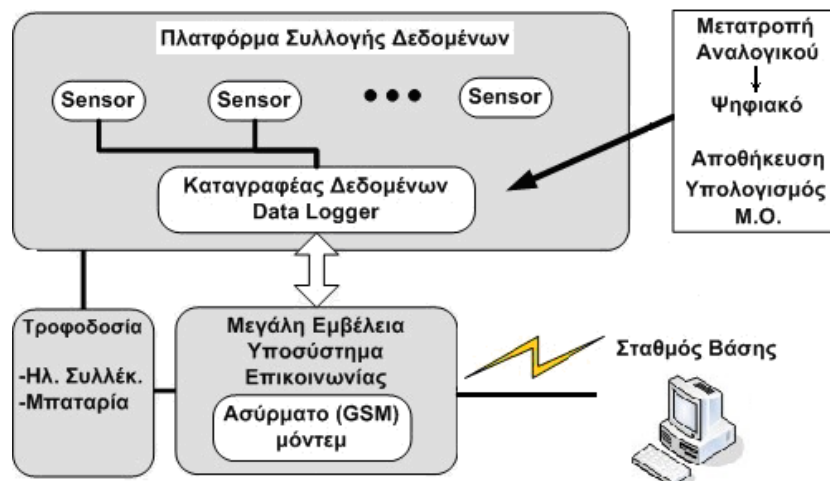
Η υλοποίηση ενός αποδοτικού και αξιόπιστου συστήματος το οποίο καταγράφει και μεταδίδει τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο αποτελείται από την πλατφόρμα συλλογής δεδομένων και το σταθμό βάσης. Για κάθε ένα από τα δύο υποσυστήματα ισχύουν τα εξής:

Πλατφόρμα συλλογής δεδομένων: Ο ρόλος της πλατφόρμας συλλογής δεδομένων είναι διπλός. Λειτουργεί ως συλλέκτης δεδομένων και μετρήσεων (data logger) από αισθητήρες που είναι άμεσα συνδεδεμένοι σε αυτή, και ως μέσο επικοινωνίας και μεταφοράς των στοιχείων αυτών στον κεντρικό υπολογιστή του Εργαστηρίου (σταθμός βάσης) κατόπιν αιτήσεως. Αναλυτικότερα η πλατφόρμα συλλογής δεδομένων αποτελείται από το:

- **Συλλέκτη Δεδομένων (Data logger):** Ο συλλέκτης δεδομένων είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη συσκευή καταγραφής στοιχείων, ικανή να καταγράφει μετρήσεις από μια γκάμα αισθητήρων. Διαθέτει ανεξάρτητη τροφοδοσία και μπορεί να λειτουργεί σε υγρό περιβάλλον σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες. Επίσης έχει σειριακή διεπαφή (RS232) με το υποσύστημα επικοινωνίας. Ο συλλέκτης δεδομένων (με τη χρήση του ενσωματωμένου ρολογιού πραγματικού

χρόνου) αρχίζει την καταγραφή στοιχείων από τους αισθητήρες περιοδικά (καταγραφεί σε ωριαία βάση ή σε μικρότερο χρονικό βήμα) και επιπρόσθετα, υπολογίζει τη μέση τιμή αυτών των μετρήσεων σε ωριαία βάση. Αυτές οι τιμές αποθηκεύονται έπειτα σε μία ενσωματωμένη μνήμη RAM.

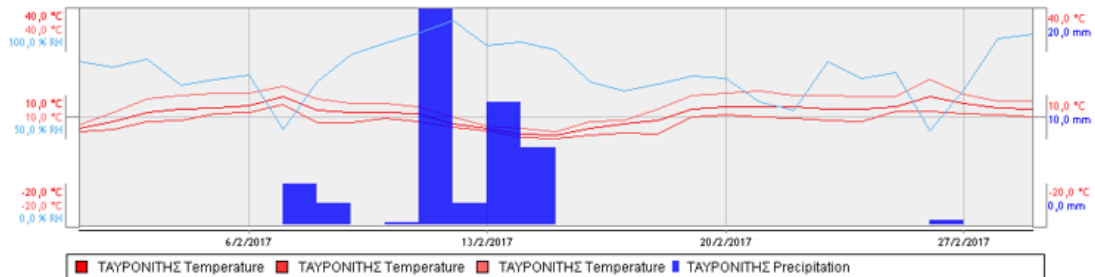
- **Υποσύστημα επικοινωνίας πλατφόρμας - βάσης:** Η επικοινωνία μεταξύ του σταθμού βάσης και της πλατφόρμας συλλογής δεδομένων, εκτελείται μέσω ενός GSM μόντεμ. Ο σταθμός βάσης στέλνει ένα αίτημα στην πλατφόρμα προκειμένου να αρχίσει η διαδικασία μεταφοράς των μετρήσεων. Το υποσύστημα επικοινωνίας διαβιβάζει αυτό το αίτημα στο συλλέκτη δεδομένων της πλατφόρμας, μέσω σειριακής. Εν συνεχεία, ο συλλέκτης δεδομένων αρχίζει την αποστολή των αποθηκευμένων δεδομένων. Η πλατφόρμα συλλογής δεδομένων είναι εξοπλισμένη με μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία μολύβδου. Στην περίπτωση του σταθμού μόνιμης τοποθέτησης, η μπαταρία επαναφορτίζεται από ένα μικρό ηλιακό συλλέκτη



Εικ. 14: Υποσύστημα επικοινωνίας πλατφόρμας - βάσης.

Σταθμός βάσης: Στην ουσία είναι ένας Η/Υ (στο χώρο του Εργαστηρίου) με διπλό ρόλο. Ενεργεί ως βάση δεδομένων και ως web server για την αποθήκευση και την τυχόν παρουσίαση στο internet των μετεωρολογικών μετρήσεων. Η διαδικασία αποθήκευσης στοιχείων κινείται από το σταθμό βάσης (όπως αναφέρθηκε νωρίτερα). Αυτή είναι μια αυτοματοποιημένη διαδικασία και μπορεί να εκτελεστεί πολλές φορές την ημέρα με ή χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση (Εικόνα 2). Εκτελείται έτσι μια κλήση στο GSM modem της πλατφόρμας συλλογής δεδομένων. Τα λαμβανόμενα στοιχεία αναλύονται (ανάλυση προτύπων & συστημάτων), ταξινομούνται σε μια βάση δεδομένων της Access και κατόπιν μπορούν να επεξεργαστούν και να αναλυθούν περαιτέρω από το χρήστη (Εικόνα 3). Στην συνέχεια δύναται να προσδιοριστούν οι αρδευτικές ανάγκες διασφαλίζοντας την βέλτιστη απόδοση των καλλιεργειών αλλά και την εξοικονόμηση των υδατικών πόρων.

	2015		2016		2017																				
Jan	Φεβ				Μαρ				Χρονιά																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	2 Φεβρουάρι		
AVG (°C)	8,7	11,3	12,3	12,6	13,2	15,7	11,9	11,2	11,2	11,0	8,2	6,9	5,3	4,9	6,8	8,0	9,0	12,2	12,8	12,8	12,9	12,2	11,1		
MIN (°C)	6,5	8,8	9,2	11,0	11,1	13,4	8,5	8,3	9,7	8,7	7,2	6,3	4,4	4,0	5,1	5,6	5,2	9,9	10,5	9,9	9,6	9,0	4,0		
MAX (°C)	11,2	15,0	15,9	16,8	16,6	18,7	15,1	13,7	13,9	12,9	10,1	7,3	6,8	6,0	8,7	9,2	12,2	16,0	16,7	17,2	16,0	16,0	20,4		
SUM (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	2,0	0,0	0,2	32,8	2,0	11,4	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,8		
AVG (% RH)	73,1	77,1	64,8	67,4	69,8	44,1	66,2	78,9	84,5	89,0	94,8	83,1	85,0	81,1	66,3	62,3	65,5	69,2	68,1	57,1	53,3	76,2	71,3		
MIN (% RH)	61,8	64,8	53,2	53,5	54,3	30,2	43,9	65,9	68,2	71,5	88,8	74,4	68,1	62,0	55,4	53,9	42,3	53,5	52,0	42,3	35,9	42,7	30,2		
MAX (% RH)	85,9	86,0	72,5	78,9	76,3	67,5	91,5	94,8	94,8	95,8	99,5	93,1	95,8	92,4	74,5	74,7	81,3	81,7	76,6	75,5	78,0	88,9	99,5		



Εικ. 15: Επεξεργασία και ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων.

Προσδιορισμός αρδευτικών αναγκών

Ο υπολογισμός των αναγκών σε νερό άρδευσης για κάθε καλλιέργεια (ελιά και εσπεριδοειδή) και για τις δυο πιλοτικές περιοχές προσδιορίζεται με βάση τα εδαφοκλιματικά δεδομένα, τους φυτικούς συντελεστές, και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Αναλυτικότερα, Ο υπολογισμός της δόσης άρδευσης θα γίνεται με βάση την πληροφορία για την κάθε περιοχή (αντιστοιχία περιοχών-μετεωρολογικών σταθμών), τον τύπο του εδάφους (ελαφρύ, μέσο, βαρύ), το είδος της καλλιέργειας (ελιά, εσπεριδοειδή), την ηλικία των δέντρων, και τον χρόνο της προηγούμενης άρδευσης.

Συγκεκριμένα, με βάση τη στατιστική ανάλυση των μετεωρολογικών παραμέτρων που θα λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο από τους προαναφερόμενους μετεωρολογικούς σταθμούς θα προσδιορίζεται η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ETo) σε mm/day, η ωφέλιμη βροχόπτωση (Peff) σε mm/day που είναι το 0,8 της συνολικής (Ptot) βροχόπτωσης, και η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ETcrop, που υπολογίζεται από την ETo επί τον φυτικό συντελεστή Kc. Οι τιμές του φυτικού συντελεστή Kc για κάθε στάδιο ανάπτυξης αντιστοιχούν στην υπάρχουσα βιβλιογραφία έπειτα από προσαρμογή βάσει πειραματικών δεδομένων, για την περιοχή της Κρήτης. Ο φυτικός συντελεστής (Kc) μπορεί να λάβει διαφορετικές τιμές ανά μήνα ή δεκαήμερο ή με βάση την ηλικία ή την έλλειψη υδατικών πόρων. Για τον υπολογισμό των αναγκών στις δένδρωδεις καλλιέργειες λαμβάνουμε υπόψη ότι για δένδρα ηλικίας άνω των 10 ετών (ενήλικα) ο φυτικός συντελεστής ισχύει όπως έχει (100%), για δένδρα κάτω των 4 ετών, (νεαρά) απαιτείται το 40% των αναγκών σε νερό που αντιστοιχεί σε ενήλικα δένδρα, και σε δένδρα ηλικίας μεταξύ 4 και 10 ετών οι ανάγκες σε νερό αυξάνονται κατά 10% ανά έτος. Η δόση άρδευσης επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους, το είδος της καλλιέργειας και το χρόνο που έχει παρέλθει από την τελευταία άρδευση. Για τον υπολογισμό της δόσης άρδευσης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς που αναφέρονται στις ημέρες από την προηγούμενη άρδευση (με προτεινόμενο μέγιστο διάστημα υπολογισμού τις τελευταίες δέκα ημέρες). Σε περιπτώσεις μειωμένης διαθεσιμότητας νερού στην περιοχή (ξηρές περιόδους) θα

υπολογίζονται οι ανάγκες για νερό στα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης του φυτού (εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης).

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία το προσωπικό του IOTSP θα προσδιορίζει τη δόση άρδευσης για κάθε ένα αρδευόμενο πιλοτικό αγρό. Η πληροφορία αυτή θα μεταφέρεται στους επιβλέποντες γεωπόνους των FOR, ώστε να εφαρμόζουν την άρδευση ανά αγρό και να καταγράφουν τις ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν τελικά.

Συχνότητα καταγραφής και καταμερισμός εργασιών

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων είναι συνεχής και αυτοματοποιημένη διαδικασία. Η ποιότητα των δεδομένων θα ελέγχεται περιοδικά από το προσωπικό του IOTSP, όπως και ότι η καταγραφή συνεχίζεται κανονικά, χωρίς κενά χρονικά διαστήματα, ή κενές παραμέτρους, που πιθανόν να αντιστοιχεί σε βλάβες μεμονωμένων αισθητήρων. Εφόσον αυτό συμβεί, θα κινείται η διαδικασία για τον επί τόπου έλεγχο του σταθμού για λύση των προβλημάτων.

Οι FOR δεν εμπλέκονται στην καταγραφή των δεδομένων. Παρόλα αυτά, μπορεί λόγω εγγύτητας στην περιοχή να τους ζητηθεί ενδεχομένως να ελέγξουν κάποιο πρόβλημα στη ροή των δεδομένων, το οποίο μπορεί να αφορά τη συνδεσιμότητα των σταθμών (DAVIS) στο ίντερνετ, ώστε να λυθεί το πρόβλημα δίχως να χρειαστεί μετάβαση του προσωπικού του IOTSP στην περιοχή.

Ποιοτικός έλεγχος δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων θα γίνεται από το IOTSP ως εξής:

- 1^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Επιστημονικό προσωπικό IOTSP
 - Διαδικασία: Βεβαίωση της ορθής λειτουργίας του συστήματος καταγραφής σε ημερήσια βάση. Αναφορά προβλημάτων. Συγκέντρωση και επεξεργασία αποτελεσμάτων.
- 2^ο επίπεδο ελέγχου:
 - Υπεύθυνος: Ερευνητικό προσωπικό IOTSP
 - Διαδικασία: Περιοδικός έλεγχος των συνοπτικών δεδομένων κάθε περιοχής και έλεγχος των συμβουλών άρδευσης που θα προκύψουν βάσει των μετεωρολογικών δεδομένων.

APPENDIX II: PROTOCOLS FOR THE ITALIAN SITES IN ITALIAN

Protocol M.1: Recording of cultural practice applications in control and demonstration plots/Compilazione del diario delle attività nei campi di controllo e innovative

Controllo compilazione diario di campo

Nei 10 siti pilota, nella tesi di controllo, il personale AFI sotto la supervisione del DICEM dovrà controllare l'aggiornamento del diario delle attività da parte dell'agricoltore, in particolare i seguenti documenti: form META 1.1.2a, META 2.1.1a.1, META 2.1.1a.2, META 4.3., con frequenza mensile.

Compilazione diario di campo

Nei 10 siti pilota, nella tesi innovativa, il personale AFI sotto la supervisione del DICEM dovrà aggiornare il diario delle attività effettuate, in particolare i seguenti documenti: META 1.1.1, META 1.1.2b, META 1.1.2c, META 1.2.2, META 1.2.3a, META 1.2.3b, META 1.3.1, META 2.1.1b, META 2.1.2, META 2.1.6, META 2.2.1.2, META 3.2.1, META 3.2.2, META 4.3, META 4.3a, META 4.3b, META 4.4., con frequenza settimanale o a seconda delle necessità e delle attività in campo.

Protocol M.2: Recording of soil moisture/Contenuto idrico del suolo

Introduzione

Il monitoraggio del contenuto idrico del suolo è importante poiché da questo valore è possibile calcolare il volume irriguo da distribuire. E' molto importante apportare il giusto volume d'acqua per aumentare l'efficienza d'uso dell'acqua e raggiungere la capacità idrica di campo senza eccedere negli apporti. Al fine di verificare la corretta applicazione del bilancio idrico, l'idoneità del metodo irriguo e la sua gestione, saranno installate nell'area interessata all'irrigazione delle sonde per misurare l'umidità nel terreno.

Descrizione della metodologia

La stazione misura ad intervalli programmabili le variazioni del contenuto idrico ed accumula su una memoria i dati che saranno disponibili per l'acquisizione, che dovrà essere effettuata ad intervalli non superiori a 7 giorni.

Le sonde saranno installate a due profondità, 20-40 cm nelle drupacee e olivo e 30-60 cm negli agrumi.

L'accuratezza delle sonde può essere incrementata con calibrazioni specifiche in base al tipo di suolo in cui vengono installate.

Quality control

L'installazione, la calibrazione e l'ottenimento dei dati saranno effettuati dal personale UNIBAS.





Fig. 16: Sonde umidità suolo



Fig. 17: Sistemi di trasmissione dati e stazione meteo



WaterScout SM 100 sensor shown with the WatchDog Irrigation Station

Protocol M.3: Recording of leaf area index (LAI)/Misura del LAI

Introduzione

Il grado di copertura vegetale delle aree di interesse viene determinato attraverso l'indice di area fogliare (LAI, Leaf Area Index), definito come l'area della superficie fogliare per unità di superficie di terreno e può essere dedotto attraverso la misura di quanto la radiazione venga attenuata e di quanta passi attraverso la chioma. Il LAI è sempre dato dal rapporto di due aree; di conseguenza, da un punto di vista strettamente matematico, è da considerarsi come un parametro adimensionale, pur trovandosi comunemente espresso in metri quadri di fogliame su metro quadro di suolo ($m^2 \cdot m^{-2}$). Il LAI è un parametro molto utile per fornire indicazioni sulla copertura vegetale e sui suoi rapporti con l'atmosfera; ad esempio l'evapotraspirazione e i flussi di carbonio tra la biosfera e l'atmosfera sono spesso messi in relazione con il LAI della vegetazione. Il monitoraggio della distribuzione e delle variazioni del LAI è quindi importante per valutare lo stato e l'evoluzione della vegetazione.

Descrizione della metodologia LiCor LAI2000

Il LAI2000 misura il Leaf Area Index attraverso un minimo di 10 misure, di cui 5 vengono fatte sopra la chioma e 5 sotto. Per tutte le misure i sensori devono essere rivolti verso il cielo.

Prima di avviare una misura:

- calibrare i sensori
- sincronizzare gli orologi
- effettuare il settaggio della console remota (sopra la chioma)
- letture sotto la chioma (in basso sul terreno)
- elaborare i file ottenuti (operazione che si può fare all'interno)
- trasferire i dati al computer tramite un download

Timing

Il LAI sarà misurato una volta l'anno su tre piante per tesi durante l'estate per i tre anni di implementazione.

Quality control

L'utilizzo di questo strumento sarà effettuato dal personale UNIBAS e non richiede l'installazione permanente dello strumento nel frutteto.

Protocol M.4: Soil sampling/Campionamento del suolo

Introduzione

Il contenuto di elementi nutritivi del suolo è importante per conoscere la dotazione di partenza del suolo per quanto riguarda micro e macroelementi necessari per la crescita. Inoltre, è necessario conoscere anche le caratteristiche chimico-fisiche e idrologiche del suolo al fine di valutare la capacità di trattenere l'acqua, definire il punto di appassimento e la capacità di campo.

Descrizione della metodologia

Campionamento

Modalità di campionamento

- seguire uno degli schemi di campionamento a X, a W o a griglia;
- evitare di campionare in zone anomale (es. a ridosso di capezzagne, fossi, canali, filari, etc.);
- per ogni area omogenea per caratteristiche pedologiche prelevare almeno 10 sub-campioni in prossimità della fila;
- prelevare per ogni sub-campione una carota di terreno a due profondità 0-20 e 20-40 cm nelle drupacee e 0-30 e 30-60 cm per agrumi e olivo;
- miscelare i 10 sub-campioni prelevati per ogni area omogenea ed estrarre circa un chilogrammo di terreno ponendolo in sacco di plastica;
- siglare e identificare il campione in modo univoco;
- i campioni raccolti vanno consegnati al laboratorio di analisi nel più breve tempo possibile, conservandoli, nell'attesa, refrigerati.

Timing

Per la caratterizzazione del suolo, i campioni di suolo saranno presi una volta all'inizio del periodo di implementazione (Marzo 2017) (0-30 cm) in campi di controllo e innovativi.

Inoltre, all'inizio di ogni anno un'analisi completa del suolo sarà effettuata per valutare le condizioni del suolo.

Quality control

I prelievi saranno effettuati dal personale AFI e saranno consegnati all'UNIBAS, che sarà responsabile dell'invio al laboratorio di analisi e della relativa analisi statistica.

Protocol M.5: Leaf sampling/ Elementi minerali nelle foglie

Introduzione

Il contenuto di elementi nutritivi nelle foglie è importante per effettuare valutazioni in merito al bilancio nutrizionale e alla definizione di un piano di fertilizzazione adeguato.

Campionamenti

Modalità di campionamento

Scelta delle piante su cui campionare le foglie

Le piante da campionare nel frutteto devono essere almeno 5. E' necessario escludere dal campionamento le piante periferiche e quelle che si discostano dalle condizioni normali di quell'appezzamento. Le piante dovranno essere opportunamente sparse sull'intera superficie e dovranno essere contrassegnate per i campionamenti successivi.

Scelta dei rami per campionare le foglie

Nei fruttiferi individuare 4 rami. Nelle forme a vaso sceglierne uno per punto cardinale, a croce; nelle forme a palmetta campionare due rami su ogni lato; non raccogliere foglie da dardi brindelli o rami provvisti di femminelle.

Scelta e numero delle foglie da campionare

Le foglie scelte dovranno essere mature sane e di normale dimensione, raccolte nella zona medio basale del ramo.

Timing

I prelievi saranno effettuati una volta l'anno per i tre anni di implementazione. Non effettuare campionamento in caso di pioggia.

Quality control

I prelievi saranno effettuati dal personale AFI e saranno consegnati all'UNIBAS che provvederà al conferimento dei campioni al laboratorio per le analisi.

Protocol M.6: Nitrate soil content/Contenuto nitrati nel suolo

Introduzione

Il monitoraggio dell'azoto è importante perché la forma nitrica (NO_3^-) è molto mobile nel terreno attraverso la soluzione circolante. Volumi irrigui eccedenti le necessità della pianta o eventi piovosi importanti possono portare l'azoto negli strati sottostanti del suolo con rischio di lisciviazione e contaminazione della falda acquifera.

L'area del Metapontino è un'area ZVN (Zona Vulnerabile Nitrati), per cui non bisogna superare il limite definito per legge dalla Direttiva Nitrati.

Date le caratteristiche dell'azoto (elemento lisciviabile), unitamente al fatto che è disponibile a seguito del processo di mineralizzazione ed il suo alto potenziale inquinante, gli apporti di questo elemento richiedono una valutazione attenta delle disponibilità nel suolo. È generalmente accettato che nel caso in cui è disponibile un livello di nitrati tra 15 e 20 ppm che equivalgono a poco meno di 25-30 kg di azoto per ettaro (0,5 m di profondità; 1,4 t/ha densità apparente, metodo irriguo che bagna l'intera superficie) non è consigliabile somministrare altro azoto.

Descrizione della metodologia

Modalità di campionamento

Saranno installati 2 lisimetri a suzione in prossimità dell'area interessata dall'irrigazione; a 25 e 50 cm di profondità.

Se le sonde sono molto distanti dai lisimetri e/o nella tesi controllo ove non saranno installate sonde umidità, dovrà essere campionata un'aliquota di suolo alla profondità del lisimetro e posto in stufa per la determinazione del contenuto idrico. Il monitoraggio del contenuto di azoto nel suolo può essere effettuato tramite analisi della soluzione acquosa a volume 1:1 con Nitracheck.

La soluzione ottenuta viene analizzata con strumentazione specifica (Nitracheck) per determinare la concentrazione di nitrati (ppm – mg/Kg).

Attraverso un fattore di conversione si può successivamente trasformare questo dato in contenuto dell'elemento nel terreno espresso in Kg/ha di azoto.

Il confronto tra le letture alle due profondità consentirà di comprendere l'efficacia della gestione nutrizionale, ma anche eventuali scompensi nella gestione idrica.

Laboratory analysis

Protocollo determinazione nitrati mediante l'uso del Nitracheck 404 (Merkoquant), per valori compresi tra 5 e 500 mg/l di NO_3^- (+/-10%)

Di seguito si riporta la sequenza delle operazioni da eseguire per il campionamento del suolo e per la preparazione dell'estratto della soluzione del suolo stesso su cui è stata effettuata la lettura dello ione nitrico (NO_3^-):

1. Prelevare campioni di suolo in più punti in modo che risulti rappresentativo dell'area d'interesse;
2. amminutare e liberare da corpi estranei (pezzi di legno, foglie, pietre ecc);
3. setacciare (2 mm)
4. omogeneizzare il campione e prelevare uno o più sub-campioni di circa 40-50 gr;
5. un aliquota di terreno di peso noto va posta in stufa (105 °C) per determinare la percentuale d'umidità;

6. ad un'altra aliquota di terreno di peso noto va aggiunto un volume noto di acqua distillata (preferibilmente in rapporto 1:1);
7. agitare energicamente sino a disperdere completamente in acqua le particelle terrose;
8. filtrare, centrifugare (12000 rpm 3-4 min) o far decantare la soluzione (in tal caso porre in frigo il campione fino a chiarificazione);
9. quando il sovrantante è chiarificato è possibile procedere alla lettura. Il valore letto mg/l di NO₃-.
10. La concentrazione di nitrati va riferita al peso del campione su cui è stata fatta la lettura , detratto della percentuale di umidità (rilevata) contenuta nel terreno campionato.

Per facilitare l'elaborazione del contenuto di nitrati anche per il personale delle aziende agricole monitorate, è stato predisposto un foglio di calcolo (MSEExcel) semplificato. Di seguito uno *screenshot* del suddetto foglio elettronico.

Date	code	soil depth (cm)	NITRACHEK404 READING on soil sample 2	correction factor	corrected NITRACHEK404 READING ppm NO ₃	conversion factor (NO ₃ /N)	corrected NITRACHEK404 READING on soil sample 2 (ppm N or mg/L)	soil sample 1 (fresh weigh) g	soil sample 1 (dry weigh) g	soil sample 1 moisture (%DW)
18/12/2013	a	0-20	84 13	0.9 0.9	75.60 11.70	0.2259 0.2259	17.08 2.64	150.08 210.13	133.56 190.00	12.37 10.59

se la soluzione nota (es. 100 ppm) dà un valore di +/- 10 ppm si può applicare il fattore di correzione....se le bandelle sono nuove e quindi si può escludere un loro fattore età, è possibile non considerare la soluzione nota e quindi inserire il fattore di correzione 1....
ma procurarsene al più presto una fresca!

this value must be referred to the amount of soil used and its estimated

attendere GO
5 sec immersion
scuotere per asciugare
perire a fine dei 60 sec countdown

soil sample 1 moisture (%FW)	soil sample 2 (fresh weigh) g	distilled water added to soil sample 2 (mL)	soil sample 2 estimated water content (g)	Totale solvent used (mL water)	Total N (mg)	Total N contained in the dry soil sample 2 (mg N/kg dry soil ppm)
11.01 9.58	173.16 31.76	173.16 26.92	19.06 3.04	192.22 29.96	3.283 0.079	21.3055 2.7580

this is the total N contained in the soil sample 2 analysed.

You can use this to calculate the amount of N contained in a certain soil volume.... see the example

soil bulk density (t/m ³)	soil depth (P) (m)	ampiezza fascia irrigua (A) (m)	dimensione L (m)	soil volume considered (PxAxL) (m ³ /ha)	soil mass per ha (t/ha)	Total N (Kg /ha)
1.4	0.2	5	2000	2000	2800	59.66 7.72

dipende dal tipo di impianto...con erogatori a goccia è circa 1 m dipende dalla tessitura.

in this example, considering a depth of 0.2 m there are approx. 60 kg /ha N available (first line).

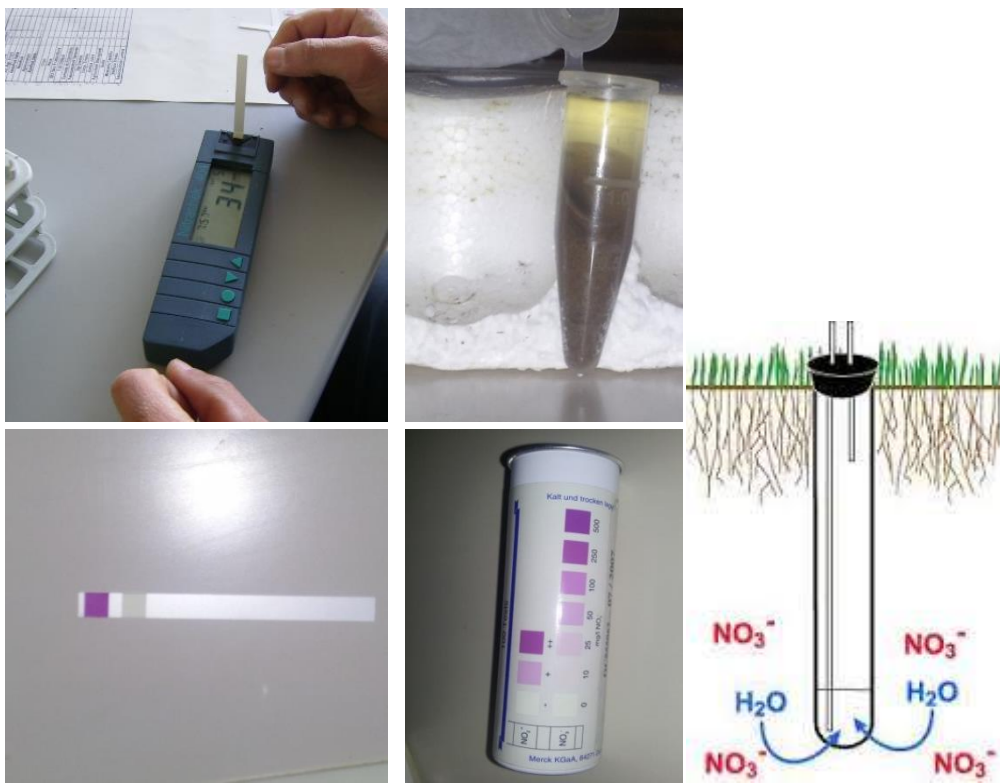


Fig. 18: Lisimetro a suzione

Timing

Da ciascun lisimetro occorrerà campionare ogni 15 giorni durante la stagione di crescita vegetativa (da marzo ad ottobre), ad intervalli noti dall'ultimo intervento irriguo, registrando nella data di prelievo il livello di umidità del suolo indicato dalle sonde.

Quality control

Il campionamento di suolo per determinazione nitrati sarà effettuato ogni 15 gg dal personale AFI e consegnato al personale UNIBAS, che provvederà alle analisi successive.

Protocol M.7: Recording of irrigation water use/Compilazione bilancio idrico

Introduzione

Nell'areale del metapontino la gestione irrigua in aziende più organizzate ha visto un'evoluzione verso sistemi irrigui più efficienti.

Il punto critico, tuttavia, della gestione aziendale è l'approccio empirico della decisione irrigua non basato su presupposti scientifici consolidati.

Sarà necessario compilare il bilancio idrico giornaliero calibrato sull'esigenza della coltura in relazione alle condizioni pedoclimatiche.

Descrizione della metodologia

La gestione innovativa prevede il monitoraggio dell'umidità del suolo, il monitoraggio dei parametri ambientali, la compilazione di un bilancio idrico giornaliero il tutto finalizzato all'ottimizzazione della gestione idrica, all'aumento dell'efficienza d'uso della singola unità idrica, al soddisfacimento dell'esigenza della coltura, al miglioramento qualitativo della produzione, con l'obiettivo di evitare eccessi che oltre al dilavamento degli elementi nutritivi possono innescare pericolosi fenomeni di inquinamento.

Modalità di campionamento

Da 10 punti del campo sarà campionato un'aliquota di terreno a due diverse profondità (0-20 e 20-40 cm) e saranno costituiti due bulk uno per ciascuna delle due profondità, successivamente si procederà con analisi del suolo per la definizione delle caratteristiche idrologiche. Considerando le caratteristiche del suolo (ottenute dall'attuazione del punto precedente), del sistema irriguo, del frutteto (sesti d'impianto) e della tipologia degli apparati radicali della specie da irrigare sarà definito il volume di suolo interessato dall'irrigazione e quindi l'ampiezza del contenitore da utilizzare nel calcolo del bilancio idrico giornaliero.

Analysis or measurement procedure

I campioni di terreno saranno inviati in laboratori per l'analisi chimico-fisica, e per la determinazione della curva di ritenzione idrica. Saranno studiate le caratteristiche chimico-fisiche ed idrologiche del suolo al fine di conoscere la capacità di trattenere acqua, definire la soglia del punto di appassimento (PA) e della capacità idrica di campo (CIC) e della soglia ottimale per la coltura.

Timing

Durante la stagione irrigua verrà rilevato giornalmente dal personale AFI il contenuto idrico del suolo tramite lettura dei valori restituiti da sonde di umidità nel volume di suolo interessato dall'irrigazione.

Il personale UNIBAS rileverà (tramite dati forniti da capannine meteorologiche) alcuni valori quali Evapotraspirazione di riferimento e apporto acque meteoriche.

Quality control

Il primo livello di controllo qualità verrà attuato da AFI (monitoraggio umidità del suolo). Questi dati, elaborati considerando altri parametri (tipo impianto irriguo, sesto di impianto, KC) permetteranno la compilazione del bilancio idrico giornaliero del volume di suolo interessato da irrigazione. Successivamente sarà determinato il deficit idrico del volume di suolo interessato dall'irrigazione e derivare i volumi ed i turni

irrigui. Per la determinazione del volume di acqua da restituire con l'irrigazione si terrà altresì conto dell'efficienza del metodo irriguo impiegato in azienda. L'elaborazione del bilancio idrico verrà interamente effettuata da UNIBAS.

Protocol M.8: Fruit yield/Produzione

Introduzione

Sia nella tesi di controllo che in quella innovativa sarà valutata la produzione, in modo da poter confrontare le diverse gestioni sulla base di questo importante parametro.

Descrizione della metodologia

Campionare da 15 piante per ogni tesi i frutti alla raccolta, calcolando il peso totale e il numero di frutti a pianta, in modo da poter effettuare una stima sulla base del numero totale di piante presenti nell'appezzamento.

Timing

Alla raccolta una volta all'anno per i 3 anni di implementazione

Quality control

La fase di raccolta vedrà la collaborazione del personale AFI e degli agricoltori, con la supervisione dell'UNIBAS per quanto riguarda la stima del dato di produzione.

Protocol M.9: Biomass from pruning/ Campionamento per stima biomassa del materiale di potatura

Introduzione

Al fine di determinare la biomassa totale apportata nell'agro-sistema frutteto, è necessario monitorare gli input di carbonio organico che riguardano i frutteti nei tre anni di attività.

Descrizione della metodologia

In particolare, per quanto riguarda la potatura, nel periodo invernale (potatura invernale) e in quello estivo (potatura verde) sarà raccolto il materiale di potatura secca da 3 piante per ciascun sito e avviato alla determinazione della sostanza secca. In tre diversi punti del campo andrà raccolto e pesato il materiale asportato da 5 piante (per un totale di 9 piante/ha). Un sub-campione rappresentativo andrà posto in stufa per la determinazione del peso secco.

Negli oliveti il numero di piante da campionare potrà essere ridotto a 3 per tesi.

Timing

I campionamenti andranno effettuati nel periodo invernale (potatura invernale) e in quello estivo (potatura verde).

Quality control

Il personale AFI preleverà tre campioni rappresentativi e li consegnerà all'UNIBAS per determinare la Sostanza Secca (s.s.).

Protocol M.10: Biomass from weed mowing/ Campionamenti per stima biomassa erbacea

Introduzione

Al fine di determinare la biomassa totale apportata nell'agro-sistema frutteto, è necessario monitorare gli input di carbonio organico che riguardano i frutteti nei tre anni di attività.

Nella tesi innovativa sarà applicata la tecnica della non lavorazione e dell'inerbimento con essenze erbacee spontanee, per il loro controllo saranno programmate trinciature da effettuarsi nei momenti di maggiore competizione nutrizionale dell'inerbimento con la coltura arborea e nei periodi in cui questa ostacolerebbe operazioni quali diradamento, potatura e raccolta.

Se praticato il controllo chimico delle erbe spontanee, la superficie diserbata dovrà essere limitata ad una fascia di circa 20 cm sui due lati del filare.

Descrizione metodologia e campionamento

Ad ogni intervento di trinciatura del cotico erboso (in media 3 volte all'anno), da tre aree di circa 1 m × 2 m localizzate dalla fila all'interfila, sarà campionata la biomassa del cotico erboso trinciata. La quantità raccolta sarà pesata ed un campione rappresentativo di circa 1Kg dovrà essere posto in stufa a 65 ° C sino al raggiungimento del peso costante per la determinazione della sostanza secca.

Quality control

I campioni saranno consegnati dal personale AFI all'UNIBAS per le relative determinazioni.

Protocol M.11: Biomass from thinning/ Campionamento per stima biomassa del materiale diradato

Introduzione

Al fine di determinare la biomassa totale apportata nell'agro-sistema frutteto, è necessario monitorare gli input di carbonio organico che riguardano i frutteti nei tre anni di attività.

Descrizione metodologia e campionamento

Durante le operazioni di diradamento sarà necessario determinare il peso dei frutti diradati in tre diverse aree distribuite nel campo in modo analogo a quanto visto per la biomassa del cotico erboso.

Su 5 piante per tesi dovrà raccolto e pesato il materiale asportato ed un campione rappresentativo dovrà essere posto in stufa per la determinazione del peso secco.

Negli oliveti il numero di piante da campionare potrà essere ridotto a 3 per tesi.

Quality control

Il personale AFI preleverà tre campioni rappresentativi e li consegnerà all'UNIBAS per determinare la Sostanza Secca (s.s.).

Protocol M.12: Nutritional balance/Bilancio nutrizionale

Introduzione

All'inizio della stagione vegetativa durante i tre anni di prova sarà compilato un bilancio nutrizionale basato sulle reali asportazioni della coltura, per cui gli apporti nutritivi sono stati programmati in relazione al carico produttivo ed alle reali esigenze del frutteto. Per la compilazione del bilancio nutritivo sarà considerato l'apporto di elementi minerali conseguenti alla pratica irrigua e all'applicazione del compost oltre che al riciclo del materiale di potatura e della biomassa (foglie senescenti, frutti diradati e inerbimento). Degli elementi minerali annualmente assorbiti dal suolo solo la quota contenuta nei frutti raccolti viene portata fuori dal "sistema frutteto" ossia asportata. I minerali contenuti nelle foglie e nel materiale di potatura vengono restituiti al suolo (riciclati) a seguito della caduta delle foglie e della trinciatura del legno potato. Più precisamente, per l'azoto contenuto nelle foglie e nel materiale di potatura (azoto organico) si assume un tasso di riciclo del 50% in considerazione delle perdite dovute al processo di mineralizzazione. Tutti gli altri elementi sono stati considerati riciclati dal sistema al 100%. Ai fini della nutrizione delle piante, sarà considerato il possibile apporto di elementi minerali derivanti dall'acqua irrigua. Pertanto saranno eseguite analisi chimiche di campioni di acque irrigue (vedi 3.15).

Descrizione della metodologia

Considerando la quantità di biomassa misurata per frutti, inerbimento e residui di potatura, sarà possibile stimare la quantità di elementi minerali assorbiti ed asportati. In particolare, sarà necessario raccogliere i dati necessari alla compilazione del bilancio nutrizionale:

- quantità di prodotto raccolto,
- compost apportato,
- volumi d'acqua apportati nella precedente stagione,
- residui potatura
- biomassa erbacea
- registrare ciascun intervento di fertilizzazione (data, e quantità distribuite)
- rilevare la concentrazione di nitrati nel suolo.

Quality control

Un foglio di calcolo per il bilancio nutrizionale sarà compilato da parte del personale UNIBAS sulla base dei dati raccolti dal personale AFI.

Protocol M.13: Monitoring of meteorological data/Monitoraggio dei dati meteo

Introduzione

I dati meteorologici relativi al sito di interesse saranno forniti dal Servizio Agrometeorologico Lucano (SAL-ALSIA, Regione Basilicata), e saranno registrati dalle stazioni meteorologiche più prossime ai siti pilota.

Descrizione metodologia

-Individuare le stazioni SAL-ALSIA della Regione Basilicata più vicine ai siti pilota da monitorare per una maggiore attendibilità dei dati;

-Rilevare settimanalmente i seguenti parametri:

- Ore di freddo - giornaliera;
- Ore con temperature $<7^{\circ}\text{C}$ - giornaliera;
- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) - min, max, med - giornaliera;
- Umidità relativa (Ur) - min, max, med - giornaliera;
- Precipitazione (mm) - giornaliera;
- ET_0 - evapotraspirazione.

Protocol M.14 Organic fertilizers analysis/Composizione dei fertilizzanti organici

Introduzione

La fertilizzazione organica è importante per il ripristino della fertilità dei suoli. Per proporre come valida soluzione i fertilizzanti organici è necessario che i concimi/ammendanti organici vengano caratterizzati dal punto di vista chimico per valutare la quantità di elementi apportati in campo e regolare i dosaggi.

Descrizione metodologia e campionamento

Dopo l'applicazione dell'ammendante compostato nel periodo autunno-vernino, sulla fascia interessata dall'irrigazione, nella dose di 10 t/ha, si dovrà prelevare un campione di circa 1 Kg da analizzare.

In particolare, si procederà all'analisi dei seguenti parametri:

- Carbonio organico (% p/p)
- Azoto organico (% p/p)
- pH
- Rapporto C/N
- Contenuto in metalli pesanti (Cu, Zn, Mn, Mg, Fe...).

Timing

Al fine di ottenere un campione rappresentativo di ammendante compostato, prima di ogni applicazione in campo, mescolare più campioni di una stessa partita prelevati random.

Quality control

Il personale AFI effettuerà il campionamento e consegnerà i campioni al personale UNIBAS che provvederà ad effettuare alcune analisi e a conferire gli stessi in laboratorio per ulteriori analisi.

Protocol M.15 Irrigation water analysis/Analisi dell'acqua di irrigazione

Introduzione

Al fine di valutare la qualità delle acque di irrigazione, anche ai fini della nutrizione delle piante, sarà considerato il contenuto di elementi minerali derivanti dall'acqua irrigua, oltre alla salinità e ai metalli pesanti.

Description of methodology

Modalità di prelievo:

- Effettuare il prelievo dopo circa 15 minuti dall'inizio dell'erogazione direttamente dal punto di consegna (point of delivering POD) della rete irrigua primaria (ove presente una riduttrice di pressione) o direttamente sotto un gocciolatore nei casi in cui non sia presente una riduttrice di pressione.
- Il contenitore che non deve essere aperto se non immediatamente prima del prelievo, va tenuto per la base, riempito senza risciacquare e subito richiuso;
- Lasciare sotto il dispositivo di chiusura uno spazio di 2,5 cm per facilitare il rimescolamento;
 - Chiudere immediatamente il tappo della bottiglia ed identificare il campione con un numero di riferimento o con i dati del campione necessari,
 - Disporre la bottiglia momentaneamente in un frigo portatile dotato di siberini;
- Disporre il campione il più presto possibile in un frigorifero collegato alla batteria della macchina a temperatura controllata oppure attraverso automezzo refrigerato, alla temperatura massima di 10°C ed effettuare il trasporto al laboratorio per le analisi.

Informazioni da indicare al momento della consegna del campione:

- Tipo di acqua (natura del campione);
- Data e ora del campionamento;
- Luogo e punto di campionamento.

Timing

Al fine di valutare la qualità delle acque di irrigazione, sarà effettuata l'analisi delle stesse in tre periodi dell'anno per i tre anni di implementazione.

Quality control

Il personale AFI effettuerà il campionamento e consegnerà i campioni al personale UNIBAS che provvederà al conferimenti degli stessi in laboratorio.