



LA CLARA SELECTIVA

*Una práctica para incrementar la estabilidad y biodiversidad
de los pinares de Pino negral*

Manual técnico SelPiBioLife



LIFE13 BIO/IT/000282

Prodotto realizzato con il contributo
dello strumento finanziario LIFE
dell'UE

LA CLARA SELECTIVA

*Una práctica para incrementar la estabilidad y biodiversidad
de los pinares de Pino negral*

Manual técnico SelPiBioLife

LA CLARA SELECTIVA

Una práctica para incrementar la estabilidad y biodiversidad de los pinares de Pino negral
Manual técnico SelPiBioLife

Publicación realizada en el ámbito del Proyecto SelPiBioLife [LIFE13 BIO/IT/000282]

A cargo de

PAOLO CANTIANI

Autores

GIANNI BETTINI, ELISA BIANCHETTO, FABRIZIO BUTTI, PAOLO CANTIANI, CAROLINA CHIELLINI, ISABELLA DE MEO, GIADA D'ERRICO, ARTURO FABIANI, LORENZO GARDIN, ANNA GRAZIANI, SILVIA LANDI, MAURIZIO MARCHI, GIUSEPPE MAZZA, STEFANO MOCALI, PIERGIUSEPPE MONTINI, MANUELA PLUTINO, PIO FEDERICO ROVERSI, ELENA SALERNI, STEFANO SAMADEN, ISAAC SANZ CANENCIA, GIULIA TORRINI

Coordinadora de la edición

SILVIA BRUSCHINI - Compagnia delle Foreste S.r.l.

Edita



Compagnia delle Foreste S.r.l.

Via Pietro Aretino 8, 52100 Arezzo

Tel. 0575.323504 / Fax 0575.370846

Email posta@compagniadelleforeste.it

www.compagniadelleforeste.it

Traducción a cargo de ISAAC SANZ CANENCIA, estudiante de Ingeniero de Montes de la E.T.S. Ing. de Montes, Forestal y del Medio Natural de la Universidad Politécnica de Madrid, que ha participado en el Proyecto SelPiBioLife gracias a unas prácticas Erasmus+ en el centro CREA ABP de Florencia (Italia).

Fotografías

Archivo fotográfico Compagnia delle Foreste

Coordinador del Proyecto



Socios



ISBN 978-88-98850-25-9

Publicado Octubre 2016

ÍNDICE

1 El Proyecto SelPiBioLife <i>Paolo Cantiani</i>	pág. 5
2 Las repoblaciones de pino negral apenínico <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino</i>	pág. 7
2.1 Las directrices selviculturales de los pinares	pág. 8
2.2 Las cortas intermedias	pág. 9
2.2.1 Las claras	pág. 10
3 Las claras selectivas del Proyecto SelPiBioLife <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi</i>	pág. 13
3.1 El background: ¿Las claras por lo bajo son útiles para la funcionalidad de los pinares de pino negral?	pág. 13
3.2 El sistema de claras SelPiBioLife	pág. 16
3.3 La selección de las plantas candidatas	pág. 18
3.3.1 Características de las plantas candidatas	pág. 19
3.4 Liberación de las candidatas de sus competidores	pág. 21
3.5 Consideraciones	pág. 23
4 Estudio de los efectos de las claras sobre el sotobosque y el suelo	pág. 25
4.1 Efecto de las claras sobre la diversidad florística <i>Elisa Bianchetto, Isaac Sanz Canencia</i>	pág. 26
4.2 Efecto de las claras sobre la diversidad micológica <i>Elena Salerni</i>	pág. 28
4.2.1 Comunidades de macromicetos	pág. 28
4.2.2 Comunidades ectomicorrícicas	pág. 30
4.3 Efecto de las claras sobre la diversidad de la macrofauna <i>Gianni Bettini</i>	pág. 32
4.4 Efectos de las claras sobre la diversidad de la mesofauna del suelo <i>Silvia Landi, Giuseppe Mazza, Giada d'Errico, Giulia Torrini, Pio Federico Roversi</i>	pág. 34
4.5 Efecto de las claras sobre la diversidad micróbica del suelo <i>Stefano Mocali, Arturo Fabiani, Carolina Chiellini, Fabrizio Butti</i>	pág. 37
4.6 Efecto de las claras sobre la madera muerta <i>Isabella De Meo, Anna Graziani</i>	pág. 39
5 El área de estudio Pratomagno <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Stefano Samaden</i>	pág. 43
5.1 Encuadre geográfico, geológico, litológico y climático	pág. 43
5.2 Cambios en los usos del suelo en el área de estudio de pratomagno	pág. 44
5.2.1 Material y métodos	pág. 44
5.2.2 La repoblación en Pratomagno	pág. 47
5.3 Las características de las poblaciones y de las claras en SelPiBioLife	pág. 48
6 El área de estudio Amiata <i>Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Piergiuseppe Montini</i>	pág. 53
6.1 Encuadre geográfico, geológico, litológico y climático	pág. 53
6.2 Cambios en los usos del suelo en el área de estudio de Amiata	pág. 54
6.2.1 Material y métodos	pág. 54
6.2.2 La repoblación en Amiata	pág. 57
6.3 Las características de las repoblaciones y de las claras en SelPiBioLife	pág. 58
7 Conclusiones	pag. 61

1

EL PROYECTO SelPiBioLife

Paolo Cantiani

El objetivo del proyecto es demostrar como una modalidad de tratamiento selvicultural innovativa en pinares de *Pinus nigra* J.F. Arnold incrementa el grado de biodiversidad a nivel del ambiente del suelo (hongos, bacterias, flora, mesofauna, nematodos). En particular, se evalúa el efecto de una clara de una manera más selectiva respecto a la modalidad tradicional (claras por lo bajo) y la ausencia de un tratamiento en masas de pino en fases juveniles a nivel de funcionalidad del bosque (producción y protección) y de biodiversidad del suelo. Si bien ya se ha demostrado su eficacia de los efectos sobre el incremento de la estabilidad de las masas artificiales de Pino negral, esta modalidad normalmente no se adopta en los pinares de los Apeninos. Con este proyecto, por lo tanto, se quiere demostrar que esta técnica de gestión, modificando la diversidad de las estructuras horizontal y vertical de la masa forestal, y consecuentemente la forma de la cubierta de las copas, determina un régimen de luz, agua y temperatura al nivel del suelo diferente y por tanto, contribuye a aumentar la instalación de vegetación herbácea y arbustiva (la biodiversidad vegetal), la diversidad micológica e microbiológica y la creación de otros hábitats, nichos ecológicos y fuente de nutrientes (cadena alimentaria planta-insecto-predador), favoreciendo el aumento de la biodiversidad y de la funcionalidad del ecosistema.

Entre los objetivos del proyecto también está la finalidad divulgativa de los resultados a través de seminarios, lecciones, workshops y visitas de campo y la difusión del mensaje de cómo el tratamiento selvicultural innovativo propuesto, a pesar de tener que pasar de manera efectiva por la fase de selección en campo de los ejemplares que se deben cortar, es de fácil aplicación y repetición.

Concretamente, el proyecto reportará los siguientes resultados:

- análisis de la relación estructura del bosque - biodiversidad micológica (relaciones entre índices estructurales del bosque después del tratamiento e índices de biodiversidad micológica);
- análisis de la relación estructura del bosque - biodiversidad florística (relaciones entre índices estructurales del bosque después del tratamiento e índices de biodiversidad florística);
- análisis de la relación estructura del bosque - biodiversidad de la mesofauna;



- análisis de la relación estructura del bosque - biodiversidad de las componentes microbiológicas del suelo;
- correlaciones múltiples entre las componentes de biodiversidad del suelo consideradas;
- relación entre el tratamiento selvicultural y la producción de madera (índice de incremento del valor económico de la masa en función de los tratamientos aplicados).

EL PROTOCOLO EXPERIMENTAL

El protocolo experimental del proyecto SelPiBio prevé, en ambas áreas de estudio: Unión de Municipios del Pratomagno (a partir de ahora llamada Pratomagno - Figura 1.1) y Unión de Municipios del Val d'Orcia (a partir de ahora llamada Amiata - Figura 1.2), la delimitación de 9 áreas de monitorización de 1 ha de superficie cada una.

Los tratamientos del bosque han sido:

- testimonio (ningún tratamiento);
- clara clásica (clara por lo bajo de intensidad moderada);
- clara selectiva.

El diseño de la monitorización ha previsto la elección aleatoria de las modalidades de tratamiento para cada una de las áreas de monitorización: 3 repeticiones por cada modalidad de tratamiento.

En cada una de las 9 áreas de monitorización han sido colocados con criterio random (aleatorio) 3 parcelas circulares de superficie variable entre los 10 metros de radio para los análisis de biodiversidad y los 13 metros de radio para los análisis dendrométricos y estructurales de las masas forestales. Los parámetros dendrométrico-estructurales se midieron utilizando la tecnología FieldMap®.

Las variables dendrométricas introducidas en la base de datos producida por el proyecto son las siguientes:

- código identificativo del árbol;
- especie;
- diámetro a 1,30 m (umbral de medición 5 cm);

- altura total de la planta;
- altura de la máxima anchura de la copa;
- altura de inserción de la copa;
- rango social de la planta subdividido en tres clases (dominante - intermedia - dominada);
- estado de salud de la planta (viva - muerta - abatida);
- número de entrenudos vivos;
- coordenadas polares (azimut en grados sexagesimales respecto al norte y distancia en metros) de la posición del fuste de la planta relativa al centro de la parcela;
- coordenadas polares (azimut en grados sexagesimales respecto al norte y distancia en metros) de la posición de 8 puntos de proyección a tierra de la copa y a su vez relativa al centro de la parcela.

Después de georreferenciar los datos en ambiente GIS se decidió calcular la fracción de cabida cubierta antes y después de la clara y una serie de índices de competición y distribución destinados a evaluar el efecto de la clara selectiva respecto a la clásica y al testimonio (sin ninguna intervención). Para la demostración y divulgación de las modalidades de tratamiento, para cada área de estudio, los dos tipos de tratamiento se han aplicado sobre una superficie global de 6 hectáreas (tres por tratamiento) en una zona limítrofe al área de monitorización. Contiguo a los sectores tratados se han dejado dos áreas de cerca ¼ de hectárea en las cuales, con finalidad demostrativa, se ha efectuado sólo la señalización de ejemplares a cortar en las claras.

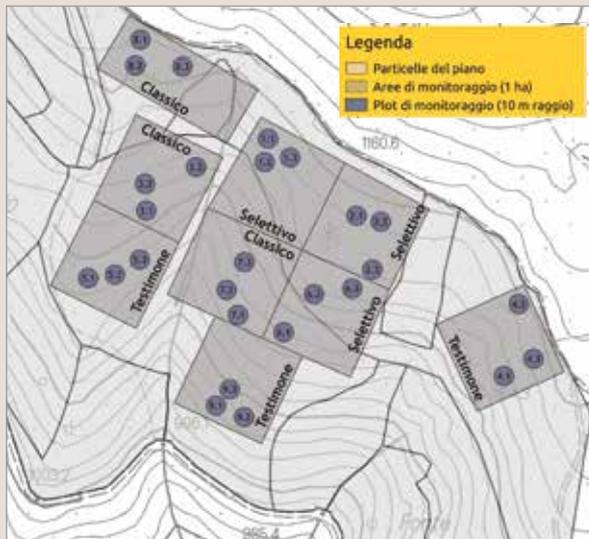


Figura 1.1 - Localización de las áreas de intervención y de las parcelas de monitorización de la Unión de Municipios del Pratomagno.

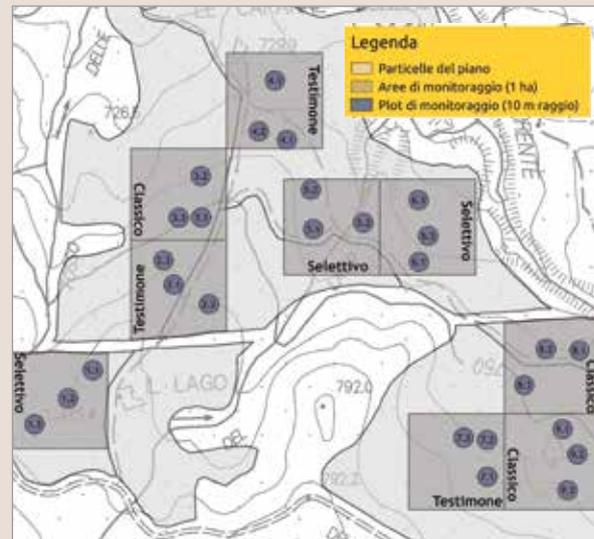


Figura 1.2 - Localización de las áreas de intervención y de las parcelas de monitorización de la Unión de Municipios Amiata - Val d'Orcia.

2

LAS REPOBLACIONES DE PINO NEGRAL APENÍNICO

Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino

La actividad de repoblación en Italia comenzó en 1880 en las regiones exaustriacas. En torno a los primeros años del 1900, las repoblaciones de Pino negro se extendieron en casi todas las regiones italianas. La distribución cronológica en términos de número de distritos es la siguiente:

- antes del 1922 (7%);
- entre 1922 y 1942 (18%);
- entre 1942 y 1952 (7%);
- entre 1952 y 1962 (37%);
- entre 1962 y 1972 (31%).

Las primeras repoblaciones se efectuaron mayormente de forma monoespecífica aunque también de forma eventual en asociación con Arce blanco (*Acer pseudoplatanus*). Entre las numerosas especies y procedencias disponibles se usó principalmente la subespecie *Pinus austriaca* (Höss) sobre suelos calcáreos y la subespecie *Pinus calabrica* Delam. de procedencia calabresa sobre sustratos de naturaleza más bien ácida. Ésta última procedencia se ha demostrado muy eficaz por arraigo, eficiencia en el uso del agua y resistencia a enfermedades. El tratamiento preveía: clareos en los estados juveniles, claras en los estados más adultos, un turno de 90 años aplicando cortas a hecho y regeneración artificial con especies preferiblemente autóctonas en el momento en el cual el pinar hubiera desarrollado su rol de preparación del suelo (PAVARI 1961).

La implantación de los pinares se ha efectuado generalmente con elevadas densidades para garantizar en un breve periodo de tiempo la cubierta forestal (DE PHILIPPIS 1958). De media, en el Apenino la densidad de plantación ha sido de 2.500 plantas por hectárea a marco real dependiendo de las características de la estación. Prácticamente en toda la superficie no se han llevado a cabo los clareos previstos en el estadio de monte bravo. En los pinares de propiedad pública, los tratamientos culturales en la fase de latizal y de fustal bajo se han limitado frecuentemente a intervenciones de olivación con fines de defensa contra incendios y a la extracción de las plantas dominadas (prácticamente sin influencia en la dinámica de la competición) (CANTIANI *et al.* 2005).



Fustal joven de pino negral donde no se ha realizado ninguna clara. La masa reaccionaría positivamente incluso a una clara tardía que de otra modo se activaría una fuerte mortalidad por competición y la estabilidad general de la masa se vería comprometida.

Las primeras claras, se efectuaron generalmente más tarde de lo previsto; de hecho, es raro que los primeros tratamientos se realizaran sobre poblaciones de edad inferior a 30-35 años. En pinares de propiedad privada es casi un regla que las claras hayan estado totalmente desatendidas. Los motivos de la falta de intervenciones se deben al escaso valor económico de los productos extraídos de masas jóvenes y a la incertidumbre, durante el periodo de transferencia de competencias del Estado a las Regiones, de la asignación de éstas competencias a los Entes propuestos para su gestión.

El principal objetivo de las repoblaciones era recuperar la cubierta forestal en las áreas caracterizadas por una escasa fertilidad y esterilidad del suelo a consecuencia de la sobreexplotación. El Pino negral representaba una solución por ser una especie pionera y frugal y por tanto adaptable a los ambientes particularmente difíciles.

La gestión de las repoblaciones inicialmente se encargó al Estado a través de la actuación llamada “*Ley de la Montaña*” (“*Legge della Montagna*” LN n.991 del 25 luglio 1952). La fase de adquisición y transferencia de la gestión fue muy rápida ya que la atención de la población en lo relacionado a la economía montana era muy escasa.

2.1 LAS DIRECTRICES SELVICULTURALES de los pinares

La mayor parte de los pinares (sobre todo aquellos relacionados con el Pino negral) también han demostrado poder asumir positivamente la función de producción, excepto los implantados sobre terrenos de escasa fertilidad. Según BERNETTI (2015) respecto al tratamiento original previsto (de cortas a hecho y renovación artificial), hoy se plantean las siguientes directrices para la gestión:

1) Directrices de inspiración “naturalista” (sobre todo para pinares de propiedad pública con una gestión no económica):

En esta sección entran todas las repoblaciones que se dejan a una libre evolución de la vegetación (NOCENTINI 1995). En este caso la elección prevé un periodo de sucesión muy largo, sobre todo en virtud de la longevidad del pino en su óptimo climático y edáfico. El piso de vegetación bajo la cubierta de las copas será objeto con toda probabilidad de “olas” de renovación hasta el momento en que el piso principal del pinar entrará en crisis por senescencia (BERNETTI 2015, DEL FAVERO 2010).

Para agilizar este proceso se puede actuar con un régimen de claras de intensidad fuerte hasta cortas finales asimilables a cortas a hecho sobre superficies limitadas, dejando reservas con objetivo sobre todo paisajístico y de garantía de semilla. MERCURIO (2010) define la corta a hecho para favorecer el plan de sucesión como “*corta de desmantelamiento*” (“*taglio di smantellamento*”) del pinar proponiendo también, sobre la base de las experiencias en los pinares calabreses de Pino laricio, de efectuar entresecas por bosquetes para favorecer la sucesión.

Una posible alternativa al desmantelamiento del pinar se presenta a través de la realización de cortas a hecho sobre pequeñas superficies o bosquetes (MERCURIO 2010) y la sucesiva repoblación con especies autóctonas. Una variante posible a esta opción es la ejecución de repoblaciones con especies autóctonas en zonas de los pinares donde se han realizado cortas y existe regeneración todavía en estadios jóvenes. Ésta técnica puede adoptarse principalmente en los cuarteles públicos caracterizados por amplias repoblaciones monoespecíficas y generalmente caracterizadas por una escasa presencia de especies autóctonas potencialmente diseminadoras (PLUTINO *et al.* 2009).



El pino negral se renueva naturalmente después de un incendio. La foto hace referencia al pinar de Comano (Toscana) una década después de un incendio.

2) Directrices de inspiración económica (sobre todo sobre pinares privados):

El criterio general es el de aplicar una modalidad de tratamiento que prevea la regeneración natural del pino, de modo que la especie pueda definirse como “naturalizada”. Entre las posibilidades disponibles, las más conocidas y aplicadas son:

- la entresaca por bosquetes como se usa en los pinares calabreses, aclareo sucesivo por fajas, aclareos sucesivos (CANTIANI 2015) etc. En estos casos la regeneración del pino se favorecerá con laboreos superficiales del terreno (DEL FAVERO 2010, BERNETTI 1995). Ejemplos de renovación natural de Pino negral post-incendio se han dado localmente en el Apenino y esto puede suponer una posible combinación de cortas a hecho con reservas y fuego controlado.
- La corta a hecho sobre superficies de pocas hectáreas y la implantación de otras coníferas de rápido crecimiento y valor económico (por ejemplo el Abeto de Douglas) representa la segunda elección posible. Por costes e impactos sobre el territorio este tratamiento se recomienda sobre pequeñas superficies sobre suelos silíceos y profundos, es decir, situaciones donde la fertilidad de la estación asegure la instalación de las plántulas así como la productividad.

2.2 LAS CORTAS INTERMEDIAS

PIUSSI y ALBERTI (2015) definen las cortas intermedias en masas monoespecíficas como “las cortas llevadas a cabo antes del momento previsto para las cortas de regeneración”. “Los principales objetivos de las cortas intermedias consisten en el aumento de la estabilidad física y biológica individual y del conjunto”. Con estas cortas no se busca una entrada de la regeneración, más bien la creación de las condiciones del suelo y del microclima ideales para el establecimiento del regenerado cuando llegue el momento de realizar las cortas de regeneración.

A continuación se sintetizan los efectos de las cortas intermedias sobre las masas monoespecíficas artificiales:



Fustal joven de pino negral donde nunca se ha llevado a cabo claras. La competición entre las plantas determina una limitación en la expansión de las copas.

- aumenta el crecimiento y mejora la forma de las plantas al incrementar la radiación al nivel de las copas interviniendo en su desarrollo;
- mejoran las condiciones hídricas del suelo (disminuye la probabilidad de que las plantas sufran un periodo de inactividad vegetativa estival y por tanto aumenta el tiempo del ciclo vegetativo);
- aumenta el espacio en el suelo para el crecimiento de las raíces y la potencialidad de nutrientes absorbibles;
- mejora la estabilidad mecánica de la población: aumento de la relación h/d (coeficiente de esbeltez) debido al mayor crecimiento radial del fuste respecto al crecimiento longitudinal.

Las cortas precoces (clareos) generalmente son intervenciones “precomerciales”, donde el producto no presenta un interés de mercado a causa de sus dimensiones reducidas y si escasa calidad. Generalmente se llevan a cabo en las masas constituidas por especies con madera de calidad y sus objetivos son:

- aumentar la estabilidad mecánica del conjunto de la masa;
- regular la mezcla de especies;
- aumentar el valor productivo a través de la selección de los mejores individuos.

2.2.1 Las claras

Las claras son cortas intermedias en masas monoespecíficas coetáneas que se llevan a cabo a partir del estadio de latizal.

Se diferencian por

- **tipo**: se define la posición social de las plantas abatidas;
- **grado**: se define el porcentaje de masa que se corta;
- **edad**;
- **frecuencia** de las cortas.

La silvicultura clásica para los pinares de Pino negral prevé que las claras en un turno productivo de 90 años sean por lo bajo, de grado moderado, con una edad de inicio precoz y una frecuencia de 10-15 años.

Consecuencias desde un punto de vista económico

Aparte de las cortas intermedias precomerciales (clareos en monte bravo y primeras claras en latizales) que suelen tener un balance negativo, con las claras en los fustales en condiciones de fertilidad estacional de buena a óptima y en situaciones favorables para el desembosque, es posible obtener resultados económicamente positivos. Con las claras selectivas es posible regular la mezcla en los pinares mixtos y tender a la valorización de frondosas de calidad presentes eventualmente.

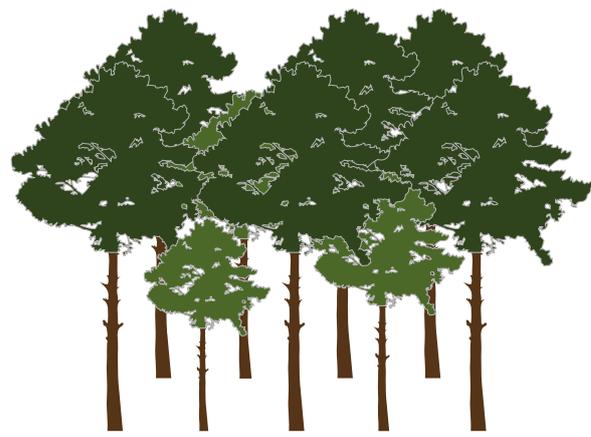
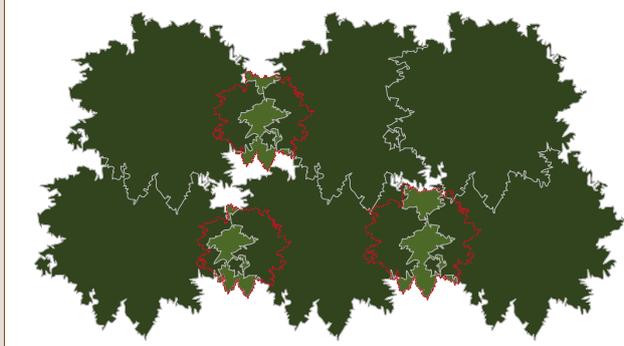
Consecuencias sobre la estabilidad mecánica y sobre el grado de protección del bosque

Con claras oportunas que actúen de forma efectiva sobre el crecimiento de las plantas dominantes y de algunos individuos particularmente vigorosos y las claras de selección de la masa que llegará a final de turno, el piso dominante se beneficiará de la intervención en términos de disminución del coeficiente de esbeltez y del aumento del porcentaje y grado de simetría de las copas. El periodo inmediatamente sucesivo al tratamiento es el más crítico para la estabilidad de la masa a consecuencia de fenómenos de turbulencias del viento (PIUSSI y ALBERTI 2015).

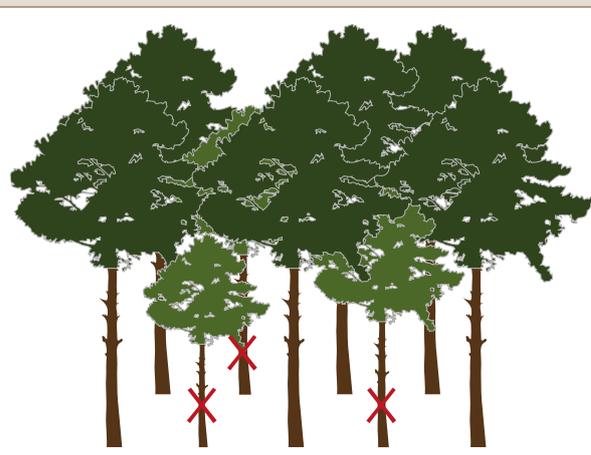
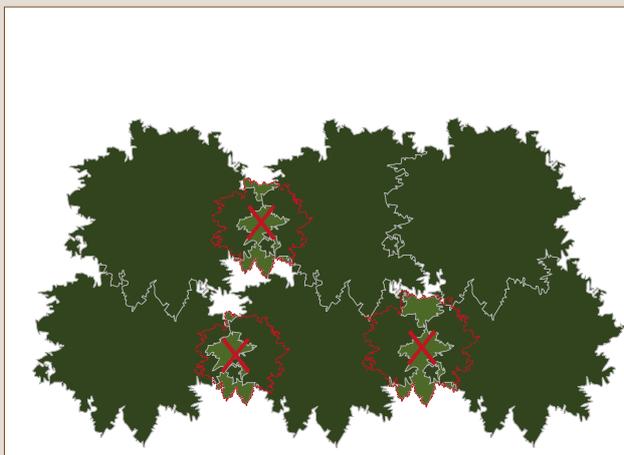
Por esto, es importante que la elección de los individuos (o de grupos de individuos)

CLARA TRADICIONAL EN UN FUSTAL JOVEN COETÁNEO

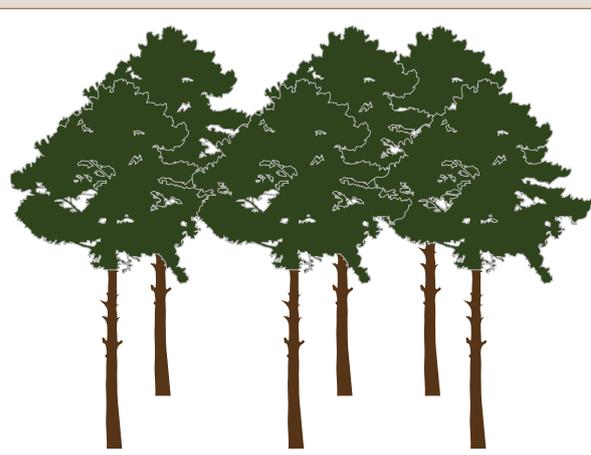
- Plantas del piso dominado
- Plantas del piso dominante



La estructura del bosque antes de la clara.



La señalización del piso dominado.



La estructura del bosque después de la clara. La intervención prácticamente no influye sobre la cubierta de copas.



La ausencia de claras convierte a los fustales de coníferas de origen artificial en masas muy inestables y susceptibles de sufrir derrumbes por el viento.

seleccionados esté particularmente centrada en los ejemplares con un buen grado de estabilidad mecánica.

Consecuencias para la biodiversidad

La selección activa en la fase de claras permite valorar la eventual mezcla en el piso arbóreo.

Las claras contribuyen a aumentar la entrada de luz al suelo de un modo irregular. La alternancia de cubierta-apertura del piso arbóreo determina un incremento de la biodiversidad de la flora del sotobosque y de la flora micológica haciendo posible la coexistencia de especies de luz y de sombra (CANTIANI *et al.* 2015).

Bibliografía

- BERNETTI G., 1995 - **Selvicoltura speciale**. Unione Tipografico-Editrice Torinese.
- BERNETTI G., 2000 - **Problemi e prospettive della selvicoltura nell'Appennino Centro Settentrionale**. Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Venezia 24-27 giugno 1998, 2:79-119.
- BERNETTI G., 2015 - **Le piante del bosco. Forme, vita e gestione**. Compagnia delle Foreste. pp. 350.
- CANTIANI P., 2012 - **Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti**. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi 18.184 (2012): 15-20.
- CANTIANI P., IORIO G., PELLERER F., - 2005. **Effetti di diradamenti in soprassuoli di pino nero (Pettenaio, Perugia)**. Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology, 2(2), 207.
- CANTIANI P., MEO I., BECAGLI I., BIANCHETTO E., CAZAU C., MOCALI S., SALERNI E., 2015 - **Effects on thinnings on plants and fungi biodiversity in a *pinus nigra* plantation: a case study in central Italy**. Forestry Ideas, vol. 21, n. 2
- DE PHILIPPIS A., 1958 - **Lezioni di Selvicoltura Speciale**. Firenze, p. 130-131.
- DEL FAVERO R., 2010 - **I boschi delle regioni dell'Italia centrale. Tipologia, funzionamento, selvicoltura**. Cleup. 425 pp.
- GAMBI 1983 - **Il pino nero, pianta della bonifica montana**. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 14: 3-46.
- MERCURIO R., 2010 - **Restauro della foresta mediterranea**. Clueb. 368 pp.
- NOCENTINI S., 1995 - **La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze)**. L'Italia Forestale e Montana, 4: 425-435.
- PAVARI A., 1961 - **I rimboschimenti nella catena appenninica. Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati**. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.
- PIUSSI P., ALBERTI G., 2015 - **Selvicoltura generale-Boschi, società e tecniche colturali**. Scienze Forestali e Ambientali. Compagnia delle Foreste. 434 pp.
- PLUTINO M., PIOVOSI M., CANTIANI P., 2009 - **Rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero. Prove di impianto di potenziali nuclei di disseminazione di rovere in Pratomagno (Arezzo)**. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi 150 (2009): 9-14.
- PRETZSCH H., 2009 - **Forest dynamics, growth, and yield**. Springer Berlin Heidelberg. pp. 664.

3

LAS CLARAS SELECTIVAS DEL PROYECTO SelPiBioLife

Paolo Cantiani, Maurizio Marchi

Se trata de un régimen de claras libre con selección positiva.

Las claras vienen definidas “libres” cuando no prevén una categoría específica de plantas a extraer y se centran más bien sobre las características específicas y fenológicas de las plantas que se deben dejar. Las claras propuestas se centran en valorizar un número medio de sujetos con una buena potencialidad de desarrollo.

Teniendo en cuenta la destaca función protectora de los pinares de Pino negral en los Apeninos, la “selección” de las plantas se efectuará sobre los ejemplares que garanticen el mayor grado de estabilidad mecánica, si bien, por lo general, los pinos con un buen grado de estabilidad también son aquellos con mejor potencialidad productiva.

Por comodidad, nos referiremos a esta modalidad de clara a partir de ahora como “**clara selectiva**”, a pesar de saber que en la literatura este término se utiliza expresamente para la clara selectiva de Schaedelin (perfeccionado por Leibndgut en el 1946), quien entiende una forma de clara libre ligada a la selvicultura naturalista, con reglas codificadas de forma precisa (PIUSSI y ALBERTI 2015). Por funcionalidad, se adoptará el término “**candidatas**” para los ejemplares seleccionados para valorizar con el tratamiento.

El supuesto para la clara selectiva adoptado en el proyecto SelPiBioLife es actuar como primer tratamiento sobre fustales jóvenes (30-40 años de edad) que no han tenido claras o que como mucho claras débiles por lo bajo, es decir, actuar sobre la estructura más común en las poblaciones artificiales de Pino negral en los Apeninos.

3.1 EL BACKGROUND: ¿LAS CLARAS POR lo bajo son útiles para la funcionalidad de los pinares de pino negral?

Las claras por lo bajo se traducen en una exportación periódica de las plantas con menor desarrollo. El grado de la clara es el factor que discrimina si el tratamiento incide solo en el piso dominado (clara débil por lo bajo) o si se centra también en el piso codominante y, limitándose a las plantas mal formadas, también sobre el piso superior de la cubierta (clara



La ausencia de claras determina un bajo grado de estabilidad individual de las plantas (coeficiente de esbeltez alto).

por lo bajo moderadas-fuertes).

Las legislaciones forestales regionales en el Apenino regulan a menudo la incidencia de los tratamientos según el porcentaje respecto al número de individuos. Consecuentemente, sobre todo en los primeros tratamientos, esto se traduce en actuaciones solo en el piso dominado.

A partir de un análisis efectuado sobre 88 masas experimentales en la Toscana en parcelas permanentes del CREA SEL (comparadas entre ellas por fertilidad y densidad inicial de plantación) se deduce que la relación entre el piso dominante y el dominado permanece prácticamente constante en los estadios de desarrollo de latizal joven, fustal - fustal maduro que no han tenido ningún tratamiento. En estos estadios evolutivos el número de pinos dominados en porcentaje es aproximadamente el 25,7% (+/- 5,8%) del número total de plantas. Por tanto las primeras claras, que actúan sobre aproximadamente el 30% del número de individuos, no afectan para nada al piso dominante.

El Figura 3.1 sintetiza la tendencia de la tasa de mortalidad natural por competición de los pinares que no han tenido ningún tratamiento. A diámetros crecientes se evidencia una disminución del número de plantas.

A igual fertilidad estacional las masas artificiales de Pino negral sin tratar demuestran una estrecha relación entre el diámetro medio de la población y la edad. Esto se evidencia en las tablas de producción para los pinares de Pino negral (subespecies austriaca y calabrica) de la Toscana (BERNETTI *et al.* 1969) y se ha confirmado con el análisis de 33 áreas de ensayo permanente en poblaciones sin tratamiento (datos originales).

La relación lineal concuerda con las tablas de producción de 1969.

A través de esta relación, del análisis de 66 poblaciones no sujetas a claras con diámetros medio y edad diferente entre ellas, ha sido posible obtener la tasa de mortalidad natural por competencia en función de la edad para los pinares toscanos (Figura 3.2).

Asumiendo la densidad de plantación constante (de media 2500 plantas por hectárea) en particular en el periodo entre 30 y 45 años de edad, se demuestra una mortalidad media en un pinar de cerca el 35% (en términos absolutos alrededor de 550 plantas por hectárea) (Figura 3.3).

Una clara por los bajo a los 30 años, efectuada según las reglas legislativas regionales, en la práctica solo exportaría la fracción de plantas que habrían muerto en los próximos 15 años por mortalidad natural. En otras palabras, el tratamiento no aportaría ningún efecto

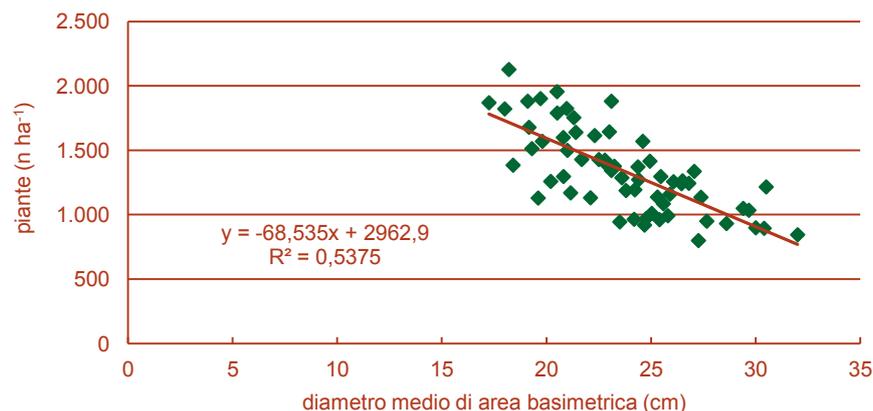


Gráfico 3.1 - Densidad en función del diámetro medio del área basimétrica.

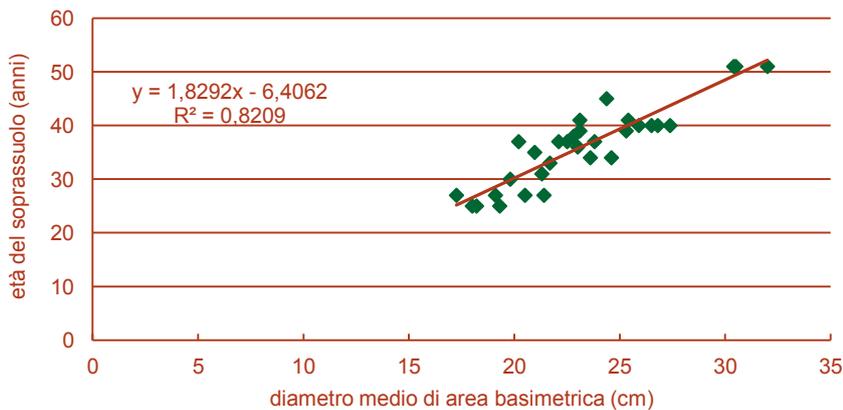


Figura 3.2 - Edad de la masa en función del diámetro medio del área basimétrica.

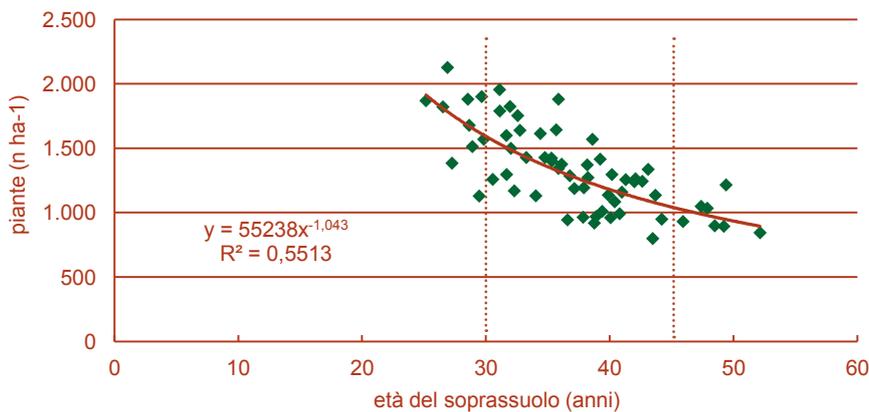


Figura 3.3 - Densidad en función de la edad de la masa.

positivo sobre la competencia de los pinos del piso dominante que representan los principales candidatos a constituir el producto final y la parte de la masa con mayor estabilidad.

Estudios experimentales recientes han demostrado que **la parte sensible a la clara es el piso dominante del pinar** (CANTIANI y PIOVOSI 2009, BIANCHI *et al.* 2010). Los tratamientos que no inciden en el piso dominante de la masa no producen ningún efecto sobre el crecimiento y la estabilidad de los pinares. Sin influir sobre la cubierta de las copas del piso superior no se modifica significativamente la radiación que recibe el suelo y por tanto no influye en la dinámica de la flora y del resto de componentes bióticas del suelo. Al contrario, **tratamientos por lo alto y selectivos modifican sensiblemente de forma positiva todas las características de la masa**. Un tratamiento con claras con fines culturales (aumento de la estabilidad, estímulo del crecimiento) podría por tanto desinteresarse de los individuos del piso dominado cuando éstos no tengan un aprovechamiento económico útil, por ejemplo en la producción de biomasa mediante chips (CANTIANI 2012).



Fustal adulto de Pino negro. La ausencia de claras ha supuesto una fuerte mortandad por la competición.

3.2 EL SISTEMA DE CLARAS SelPiBioLife

El método propuesto se basa en evaluaciones experimentales y tiene la característica de ser **fácilmente aplicable**.

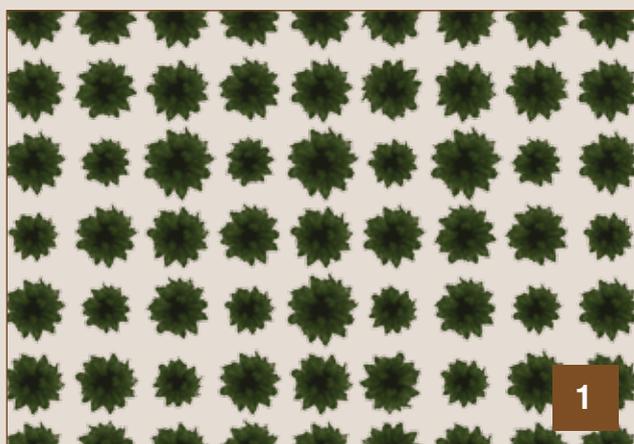
Como se ha dicho, se trata de un sistema de claras “selectivas” con el objetivo de incrementar la funcionalidad global de los pinares, con particular atención a la función de protección hidrológica.

El método es válido para poblaciones de un vigor vegetativo de medio a bueno con una densidad regular y sin evidencias de problemas patológicos.

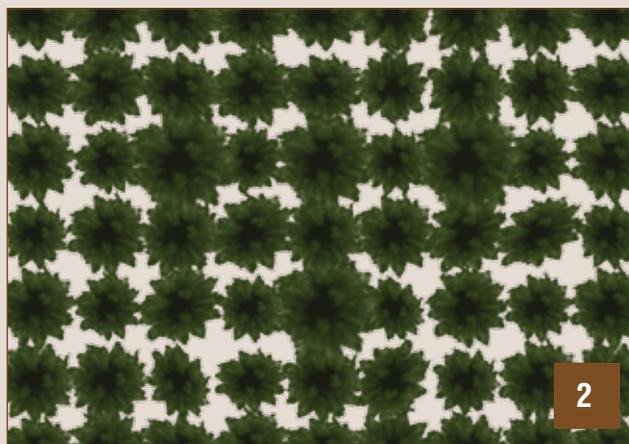
Objetivos de la clara

El sistema de claras propuesto tiene la finalidad de optimizar las características de estabilidad mecánica global de la masa (función protectora), de la capacidad de crecimiento de

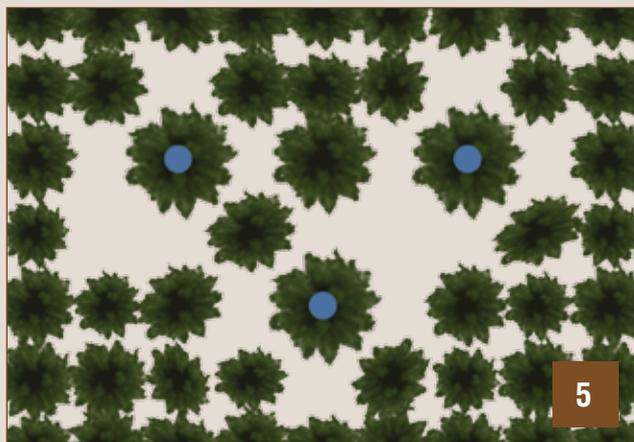
CLARA SELECTIVA PROPUESTA POR EL PROYECTO SelPiBioLife



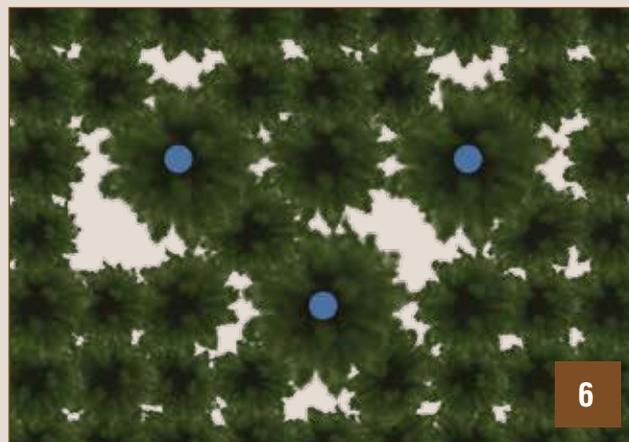
Pinar joven de origen artificial donde las copas todavía no se tocan.



Fase en la que las plantas entran en competición, las copas llegan a tocarse: es el momento de realizar la clara.



Situación después de la clara selectiva.

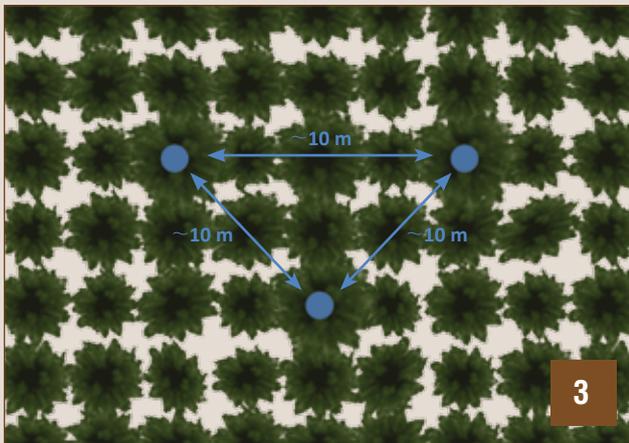


Las plantas, tanto las candidatas como el resto, se aprovechan de los espacios creados por la clara hasta que las copas vuelven a tocarse.

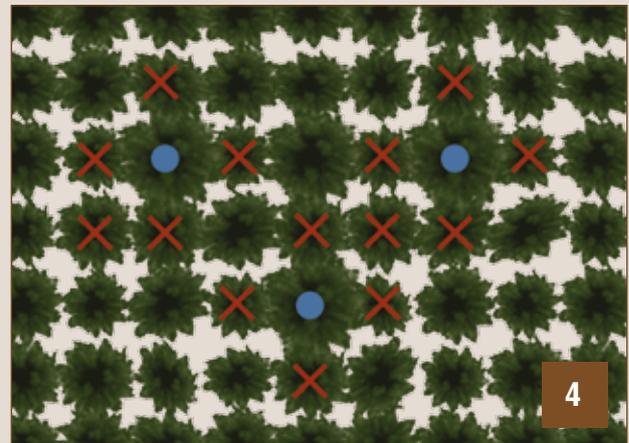
los ejemplares (función productiva) y de la diferenciación estructural (función de aumento de la biodiversidad). Desde un punto de vista estructural, el tratamiento se preocupa de aumentar la diversidad estructural tanto horizontal (apertura de pequeños huecos alrededor de las plantas candidatas) como vertical (rotura de la monotonía del piso de copas). La variación en la estructura cambiará las condiciones microclimáticas a nivel de suelo en términos de luz y agua, incrementando la diversidad de ambientes y por tanto la diversidad de las componentes bióticas (flora herbácea y arbustiva, componente micológica, meso y microfauna, componente de bacterias en el suelo).

La señalización de los ejemplares a cortar en la primera clara selectiva se caracteriza por:

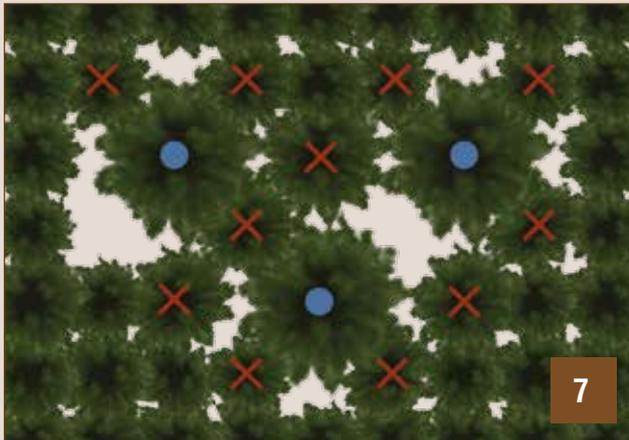
- selección positiva de las plantas candidatas a constituir la masa que llegará a final de turno;
- liberación de las plantas candidatas de sus competidores directos, entendiéndose como todas aquellas que representan un obstáculo para el libre crecimiento de la copa de la candidata.



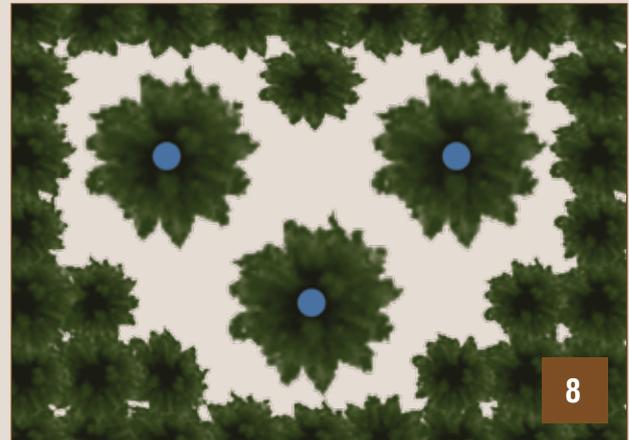
Se eligen las candidatas (ver § 3.3.1). Si para los pinares se suponen alrededor de 100 candidatas por hectárea, la distancia media es alrededor de 10 metros.



Se eligen las plantas competidoras directas sobre todo en el piso dominante.



Es el momento de una nueva clara para eliminar las actuales competidoras de las candidatas.



Situación después de la clara selectiva.

3.3 LA SELECCIÓN DE LAS PLANTAS CANDIDATAS

Densidad y espaciamiento de las plantas candidatas

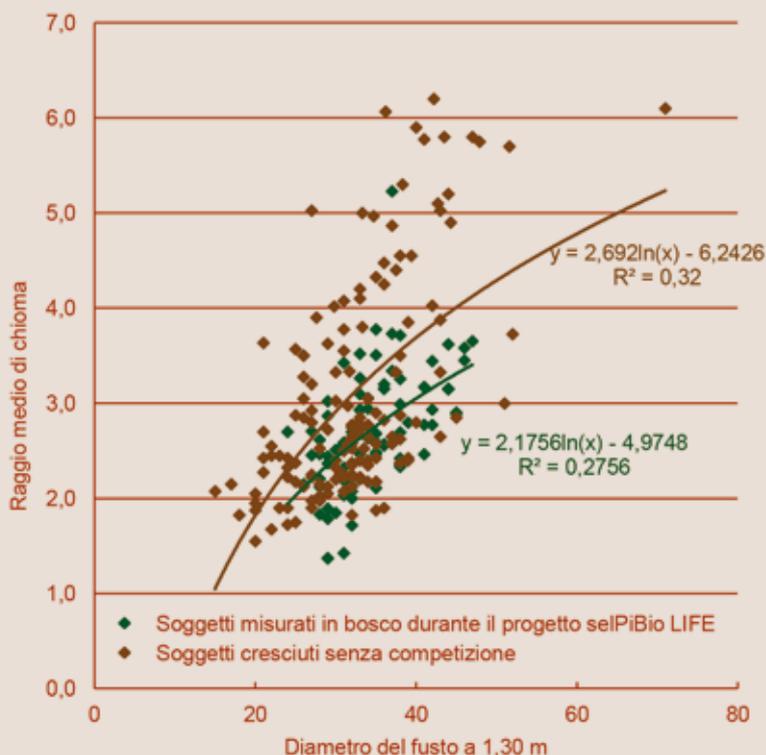
La selección de las candidatas en masas de coníferas es complicada de llevar a cabo en estadios evolutivos precoces por la escasa diferenciación social y fenotípica de los sujetos que sin embargo resulta mucho más evidente en la fase de fustal. La reciente tendencia de la silvicultura de los pinares de Pino negral en España ha tomado esta exigencia, proponiendo (en un régimen normal de claras) los dos primeros tratamientos en fase juvenil como claras por lo bajo, para después, en torno a los 30 años, llevar a cabo una clara con la selección de los árboles candidatos (SERRADA *et al.* 2008).

El número medio de candidatas deberá ser en torno a **100 plantas por hectárea**.

La densidad de 100 plantas por hectárea (distancia media entre individuos de alrededor 10 metros) mana del análisis de los modelos de desarrollo de las copas del Pino negral cuando crece con ausencia de competencia lateral (BERNETTI *et al.* 1969, CANTIANI y PIOVOSI 2009) y de datos experimentales tomados ad hoc. Este número representa la densidad media óptima de un pinar de 100 años de edad.

Por exigencias de simplicidad y de fácil repetición del tratamiento se sugiere disponer espacialmente las planta candidatas sobre el terreno según un diseño regular.

DENSIDAD MEDIA POTENCIAL DE UNA PLANTA DE 100 AÑOS



Se ha construido *ad hoc* un modelo sobre el desarrollo potencial de las copas a una edad de 100 años.

Para la evaluación de la relación entre el diámetro y el radio de la copa que ha crecido libre en zonas limítrofes a las áreas de ensayo del proyecto se han medido los radios de copa de 150 árboles modelo crecidos aisladamente (datos inéditos). El gráfico 3.4 muestra la evolución del radio medio de copa en función del diámetro de las plantas candidatas en el Proyecto SelPiBio y aquellos teóricos si las plantas hubieran crecido aisladas.

Tal evolución se ha aproximado a una recta de regresión de tipo logarítmico. Hipotizando un incremento sobre las plantas candidatas del proyecto a un ritmo prudencialmente inferior al reportado por las tablas de producción del Pino negral (teniendo en cuenta el retraso de la primera clara respecto al modelo teórico) se tendría a los 100 años de edad una superficie de cubierta de las copas (suponiéndola cuadrada) de las 100 plantas candidatas por hectárea elegidas para el proyecto SelPiBio igual a 9.615 m², es decir el máximo posible de saturación del espacio a disposición (96,2% de la superficie).

Figura 3.4 - Evolución del radio medio de la copa de plantas aislada y en masa en función del diámetro.

Se aconseja de llevar a cabo la señalización de las candidatas con un equipo de dos operarios. Partiendo desde la cota inferior del área objeto del tratamiento y procediendo por curvas de nivel en sentido ascendente. Una vez elegida y marcada la primera candidata con una franja de color en torno al tronco, un operario permanece al lado de ésta mientras el segundo se desplaza hasta la segunda candidata. De tal modo será posible evaluar la distancia entre ambas candidatas (alrededor de 10 metros). Repitiendo la operación por curvas de nivel ascendentes las franjas señaladas sobre las candidatas servirán de apoyo para la correcta disposición espacial entre éstas.

La regularidad del espaciamiento obviamente no es una regla rígida. Las 100 plantas por hectárea representan un número indicativo, así como la distancia de 10 metros entre candidatas. El operador podrá evaluar la oportunidad de variar esta regla en función de una eventual ausencia de plantas apropiadas para ser candidatas a la distancia teórica o por cuestiones locales de tipo estacional (zonas rocosas, barrancos, etc.).

3.3.1 Características de las plantas candidatas

Para la elección de las plantas candidatas se deberá evaluar:

- la composición específica;
- vigor de la planta;
- grado de estabilidad mecánica;
- daños mecánicos y/o patológicos;
- núcleos de estabilidad.

La composición específica

Con la elección de las plantas candidatas se tiene la oportunidad de dirigir la masa desde el punto de vista de la composición específica. Se trata de una elección tomada en el plan de gestión y estrechamente dependiente de las características de la masa objeto del tratamiento. Los pinares de Pino negral de los Apeninos, tienen a menudo un cierto grado de mezcla específica, debida o a la plantación localizada de especies diferentes al Pino negral en el momento de la repoblación (frecuentemente Arce blanco y Abeto blanco en las cotas más altas o Roble de Turquía (*Quercus cerris* L.) Encina u otras coníferas como el Ciprés a cotas más bajas) o por la persistencia del bosque degradado anterior a la repoblación (a menudo castaño o robles).

La elección de otras candidatas que no sean pino deberá ser prudencial y limitarse a aquellos sujetos que se consideren que puedan garantizar con su vigor una buena reacción al tratamiento. En presencia de especies esporádicas de alto valor económico o ecológico será una buena opción elegir las candidatas.

El vigor

Las plantas candidatas deberán pertenecer al piso dominante de la masa (y por tanto deberán caracterizarse por diámetros y alturas superiores a los parámetros medios). Por tanto, estarán favorecidos los sujetos dominantes que han vegetado un largo periodo de tiempo por encima de las copas de los árboles adyacentes a éstos.

Es importante que las plantas candidatas tengan un copa lo más densa posible.

La estabilidad mecánica

Teniendo en cuenta la función prevalentemente protectora de los pinares de Pino negral en los Apeninos, la evaluación de este parámetro es de máxima importancia.

La elección de llevar a cabo esta modalidad de clara depende estrechamente de la presencia en la masa de un número suficiente de plantas estables para poder elegir como can-



En la clara selectiva de los pinares de Pino negral es importante la elección de las plantas candidatas. La elección debe basarse en el fenotipo en función de la estabilidad mecánica y el vigor.

didatas. Masas forestales carentes de plantas mecánicamente estables deberán tratarse con otras formas de claras. La planta candidata podrá tener (Box):

- un bajo coeficiente de esbeltez (inferior a 90);
- una elevada profundidad de copa;
- una copa lo más simétrica posible;
- una copa lo más amplia posible.

Daños mecánicos y/o patológicos

Las plantas candidatas deberán estar exentas de daños de origen mecánico (desgajes o bifurcaciones de la copa, daños por rayos, daños por ungulados, etc.) e de daños patológicos (evidencias de organismos fúngicos o de ataques de insectos).

PARÁMETROS DE ESTABILIDAD DE LAS MASAS FORESTALES

Propuesta de un método expeditivo para la determinación de la estabilidad mecánica del Pino negral

Los parámetros morfométricos más comunes de la estabilidad mecánica de un árbol propuesto por la literatura científica son:

El **coeficiente de esbeltez** => H_{tot}/DBH a partir de ahora HD

La **profundidad relativa** de la copa => $(H_{tot}/H_{ins})/H_{tot}$

La **superficie** de la copa => entendida como la proyección en el suelo de la copa (m^2)

El **grado de excentricidad** de la copa => radio de copa mayor/radio de copa menor.

De estos parámetros solo el coeficiente de esbeltez presenta valores umbral testados experimentalmente que discriminan la estabilidad y la inestabilidad mecánica de cada individuo. Por este motivo, éste representa el parámetro más adoptado. Para los pinares de Pino negral el valor HD 90 (valor preventivo), puede ser considerado el umbral límite de estabilidad para poblaciones de Pino negral en estadios de desarrollo de fustal joven y fustal adulto (CANTIANI e CHIAVETTA 2015, CANTIANI *et al.* 2015). Un método expeditivo para la evaluación a simple vista del grado de estabilidad de los pinos del Apenino prevé el recuento de los entrenudos vivos (LWN living whorls number). Pruebas experimentales han demostrado que pinos con un número de entrenudos vivos superior a 16 tienen un coeficiente de esbeltez suficientemente baja para ser mecánicamente estables (CANTIANI e CHIAVETTA 2015). En la fase de evaluación de la calidad del árbol el operario, a parte de contar los entrenudos, deberá tener en cuenta otros aspectos morfológicos y funcionales, como la forma de la copa, eventuales bifurcaciones del fuste, daños patológicos o mecánicos, etc. de tal forma que pueda catalogar a la planta como "inestable" incluso en el caso con un número alto de entrenudos vivos. La evaluación de la estabilidad deberá llevarse a cabo cuidadosamente, con consideraciones independientes del conteo de entrenudos vivos, en condiciones estacionales particulares, como zonas con rocas o suelos superficiales, donde se evaluarán los aspectos relacionados con el anclaje al terreno del aparato radical.



Figura 3.5 - Representación gráfica del modelo (línea azul) y del error (líneas grises). Las líneas trazadas en rojo indican los valores umbral (conservativo y no conservativo) de LWN.



Los núcleos de estabilidad

Es posible seleccionar grupos de dos o más individuos allá donde se considere que representan un grupo de estabilidad (colectivos), constituido por un conjunto de plantas dominantes con copas compenetradas entre ellas. Los grupos de árboles candidatos serán considerados como una única planta candidata y por tanto, como tal, seguirán las reglas de la clara.

3.4 LIBERACIÓN DE LAS CANDIDATAS de sus competidores

La fase sucesiva a la definición de las candidatas es liberar sus copa de aquellas inmediatas competidoras. Las plantas competidoras son aquellas que se entrelazan directamente en su desarrollo natural de la copa con las copas de las candidatas. Buscando la eficacia del tratamiento sería suficiente liberar las candidatas de las plantas dominantes y codominantes (en el piso superior de las copas) que estén en directa competición con éstas. Con el fin de conseguir una mayor eficacia en el aumento del grado de diferenciación estructural de la población y ayude a aumentar los cambios microclimáticos del suelo (luz y agua) y favorecer la biodiversidad a nivel de suelo, también se recomienda de eliminar la plantas del piso dominado limítrofes a la candidata.

La eliminación de las plantas competidoras tiene por objetivo liberar integralmente las copas de las plantas candidatas creando una discontinuidad entre toda la corona de la copa de cada candidata e aquéllas de las plantas potenciales competidoras en un futuro.

La parte de la población que no está sujeta directamente a la clara selectiva puede ser tratada alternativamente con dos modalidades:



La clara selectiva determina la liberación de las copas de las plantas candidatas. Vienen eliminadas todas las plantas competidoras directas con las candidatas.



La señalización en la clara selectiva prevé las siguientes fases:

- A) selección de las plantas candidatas (planta con anillo azul).
- B) selección de las plantas competidoras directas (plantas con cruz roja).
- C) clara localizada a favor de las candidatas.

La clara tiene la finalidad de dejar espacio libre a las copas de las plantas candidatas. Una nueva intervención deberá efectuarse en el momento en que las plantas candidatas tengan la copa de nuevo en contacto con nuevas plantas competidoras.

- dejar integralmente esta parte de la masa;
- llevar a cabo una clara por lo bajo de grado moderado.

Ambas opciones no inciden en la funcionalidad del sistema de claras desde el punto de vista técnico. Se trata de eliminar una cuota de sujetos del piso dominado que no tienen influencia en las relaciones de competición del piso dominante. Sin embargo, la elección de dejar integralmente ayudar a diferenciar mayormente la estructura (coexistencia de zonas de poblaciones densas y de micro claros en la cubierta de las copas).

La frecuencia de los tratamientos

Las claras sucesivas deberán repetirse en el momento en el que las copas de las plantas candidatas estén nuevamente en competición con aquéllas de sus directas competidoras.

El periodo de tiempo entre un tratamiento y el sucesivo (frecuencia de tratamientos) depende de diferentes factores:

- la intensidad de la primera clara selectiva. El periodo entre un tratamiento y el sucesivo está directamente relacionado con la intensidad del primer tratamiento;
- el estado evolutivo de la población. La mayor capacidad de crecimiento en los estadios evolutivos jóvenes hace suponer una mayor frecuencia en los tratamientos si la primera clara se ha llevado a cabo en la fase de latizal o fustal joven;
- la fertilidad de la estación (correlación inversa entre grado de fertilidad y frecuencia de los tratamientos).

La modalidad de las claras sucesivas al primer tratamiento selectivo

Las claras sucesivas al primer tratamiento continúan de la misma manera como se ha visto para el primer tratamiento.

El punto principal es el de operar de tal modo que se libere de la competición por la luz las copas de las plantas candidatas en el primer tratamiento.

Las plantas candidatas, en torno a las que actúa el tratamiento, se reconocerán por la franja de color pintada en la fase de la primera señalización selectiva.

Allá donde se encuentren fallos entre las candidatas, o alguna de ellas se presente dañada, será posible (si es necesario) sustituir la candidata por otra planta vigorosa limítrofe.

3.5 CONSIDERACIONES

El método selvicultural propuesto presenta desde nuestro punto de vista los siguientes puntos fuertes:

- ha sido concebido partiendo del análisis de estructuras reales de las poblaciones artificiales de Pino negral presentes actualmente en el Apenino (en general fustales jóvenes donde la densidad depende directamente del autoclareo);
- es un sistema de claras con una aplicación simple y de fácil repetición;
- es un método suficientemente elástico, a pesar de la necesaria rigidez en la aplicación de algunos parámetros (límite en el número máximo de las candidatas y, sobretudo, la importancia de la elección de plantas con buenas características fisico-biológicas);
- es un método que favorece las evaluaciones de control de los tratamientos (las marcas indelebles de las plantas candidatas garantiza el control posterior de la bondad de las elecciones efectuadas);
- estimula a corto plazo el incremento del grado de estabilidad mecánica de la población;
- garantiza aprovechamientos mayores tanto en términos de masa cortada, como en calidad de los productos obtenidos;
- incrementa la diversidad de las estructuras horizontales y verticales de las poblaciones tratadas;

- incrementa la diversidad de los microambientes y por tanto la diversidad biológica a nivel del suelo;
- hace más flexible la elección de las diferentes opciones en la gestión para la renovación/sucesión de los pinares.

En este tipo de tratamiento no puede eludirse la fase de señalización, para la que se presupone una suficiente preparación técnica. Sin embargo, numerosas experiencias de divulgación práctica del método al personal técnico nos animan sobre su eficaz repetición.

Los tiempos técnicos para la señalización de la clara selectiva no son mayores respecto los tiempos necesarios para la señalización clásica por lo bajo. En el caso en que se decida de no llevar a cabo una clara por lo bajo en la matriz que no está sujeta al tratamiento selectivo, el tiempo empleado para la elección de las candidatas y su señalización se compensa por la ausencia de señalización en la zona que no se ve afectada por el tratamiento.

El abatimiento de las plantas competidoras necesita una mayor pericia técnica por parte de los operarios respecto a la clara por lo bajo visto que:

- las plantas abatidas tienen dimensiones medianamente mayores respecto a aquéllas aprovechadas con la clara por lo bajo;
- es necesario evitar daños a la copa de las plantas candidatas durante el abatimiento de las competidoras.

La distancia media de 10 metros entre las candidatas es generalmente suficiente para no crear obstáculos en la fase de desembosque de los fustes; solo localmente la distribución regular de las candidatas hará necesario organizar líneas de desembosque que no sean rectilíneas.

Bibliografía

BERNETTI G., CANTIANI M., HELLRIGL B., 1969 - **Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio della Toscana.** L'Italia Forestale e Montana, 1: 10-41.

BIANCHI L., PACI M., BRESCIANI A., 2010 - **Effetti del diradamento in parcelle sperimentali di pino nero in Casentino (AR): risultati a otto anni dall'intervento.** Forest@ 7: 73-83.

CANTIANI P., 2012 - **Pinete di pino nero in Toscana. Note sul trattamento in ordine alle normative vigenti.** Sherwood n. 184: 15-19.

CANTIANI P., PIOVOSI M., 2009 - **La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione.** Annali CRA-SEL, 35:35-42.

CANTIANI P., CHIAVETTA U., 2015 - **Estimating the mechanical stability of *Pinus nigra* Arn. using an alternative approach across several plantations in central Italy.** iForest (early view): e1-e7 www.sisef.it/forest/contents/?id=ifor1300007

CANTIANI P., CHIAVETTA U., MARCHI M., 2015 - **Valutazione in bosco della stabilità di piante di pino nero. Il metodo speditivo della conta dei palchi vivi.** Sherwood 215: 5 - 8.

PIUSSI P., ALBERTI G., 2015 - **Selvicoltura generale. Boschi, società e tecniche colturali.** Scienze Forestali e Ambientali. Compagnia delle Foreste. 434 pp.

SERRADA R., MONTERO G., REQUE J.A., 2008 - **Compendio de Selvicoltura Aplicada en España.** Publisher: Mº Educación y Ciencia / Fund. Conde del Valle Salazar, 1178 pp,



La apertura de espacios en el piso de copas en forma de microhuecos en la cubierta determina una variabilidad del microclima a nivel de suelo que favorece la biodiversidad.

4

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LAS CLARAS SOBRE EL SOTOBOSQUE Y EL SUELO

La planificación forestal históricamente se ha concentrado en la producción de madera, pero la globalización del mercado de la madera así como la creciente preocupación relacionada con la protección de los ecosistemas han hecho que se aumente la importancia de otros organismos presentes en los montes (BONET *et al.* 2010). Y es por esto que hoy se buscan instrumentos de gestión forestal aptos a salvaguardar e implementar no solo la producción de madera, vista como un recurso que se puede aprovechar, sino también la presencia de todos los organismos restantes.

El valor económico directo de algunas repoblaciones como las de *Pinus nigra* J.F. Arnold es escaso por el valor limitado de las producciones disponibles, ya que la gestión activa de estas masas es generalmente ocasional y limitada sobretodo a las estaciones con mayor accesibilidad, donde los costes de la silvicultura son contenidos y donde es posible adoptar un grado de mecanización más alto. Por otra parte, los pinares todavía asumen de manera óptima la función protectora para la que han sido concebidos. La fuerte inversión pública que ha llevado a su realización podría quedar en vano sin la correcta ejecución de los tratamientos culturales necesarios.

En este contexto se enmarca este Proyecto que pone como objetivo principal conservar e incrementar, a través de una nueva silvicultura, la biodiversidad forestal en masas artificiales de *Pinus nigra*.

En particular se evalúa el efecto de una clara de tipo selectivo respecto a la modalidad tradicional (clara por lo bajo) y a la ausencia de tratamiento sobre masas de pinar en fase juvenil. Se demuestra que esta técnica de gestión, modificando la estructura horizontal y vertical de la masa forestal determina un régimen de luz, agua y temperatura a nivel de suelo diferente favoreciendo el aumento de la biodiversidad y la funcionalidad global del ecosistema (con el consecuente incremento del valor económico, turístico y de protección hidrológica). En el siguiente capítulo se describen las metodologías de mediciones y toma de datos en campo para demostrar la influencia positiva del tratamiento propuesto sobre indicadores de biodiversidad y de calidad del suelo.

4.1 EFECTO DE LAS CLARAS SOBRE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA

Elisa Bianchetto, Isaac Sanz Canencia

En una comunidad vegetal la diversidad puede determinarse a través de criterios diferentes. Hablamos de riqueza específica cuando se determina el número de especies presentes, sin embargo hablamos de Evenness cuando hacemos referencia a la distribución equitativa de los individuos entre las especies presentes.

Puede suceder que una comunidad vegetal caracterizada por un elevado número de especies pero con 2 ó 3 especies dominantes sea menos biodiversa que otra comunidad en la que las especies, presentes en un menor número, se caracterizan por un número de individuos similar.

Pero, ¿cuáles son los eventos que llevan a variaciones en la composición específica en una comunidad vegetal?

Un suelo forestal sin alterar evolucionar según los mecanismos y los tiempos relativos a la evolución natural que pueden modificar la composición específica de la vegetación y de la estructura espacial.

La aceleración de los procesos que llevan a cambios en los suelos forestales pueden ser consecuencia de fenómenos casuales (fenómenos meteorológicos, incendios, problemas fitosanitarios, etc.) o programados por el hombre como por ejemplo a través de los planes de gestión (claras, cortas a hecho, etc.). Todos estos eventos llevan a la desaparición o reducción de la cubierta forestal y a la activación de los procesos llevados a cabo por la vegetación que pueden identificarse como verdaderas sucesiones o simplemente como variaciones en la composición específica del sotobosque. Las variaciones en la comunidad vegetal pueden interesar por la presencia de especies en términos numéricos, con aumento o disminución



Cephalanthera damasonium (Mill.) Orquídea que se encuentra comúnmente en los pinares.

del número de especies presentes o tener la constatación cualitativa de la aparición de especies herbáceas típicas de otros ambientes, en particular de áreas abiertas fuera del bosque.

Las claras llevan a una reducción en la cubierta arbórea y por tanto a la variación de las condiciones estacionales en particular a la cantidad de luz, temperatura y humedad a nivel del suelo (MATTIOLI *et al.* 2008).

En el Proyecto se comparan los efectos de dos tipos de claras diferentes y del testimonio sin tratamiento sobre la biodiversidad de las diferentes componentes del suelo y su cubierta. Las dos tipologías de claras son: por lo bajo y selectiva. La clara por lo bajo se realiza normalmente en la gestión de los pinares y normalmente supone la reducción de los pisos inferiores dominados creando condiciones estacionales uniformes sobre toda la superficie y extrañamente se actúa sobre el piso de copas principal. Sin embargo, con la clara selectiva se actúa en el entorno de las plantas “candidatas” eliminando los individuos competidores. Por tanto se crean situaciones heterogéneas sobre la superficie donde se actúa gracias a la creación de pequeños huecos distribuidos de manera heterogénea. En consecuencia los efectos sobre la biodiversidad con los dos tipos de clara son diferentes por la diferente distribución en la apertura de huecos con el tratamiento y que determinan las nuevas condiciones estacionales.

Con la clara nos esperamos un aumento en el nivel de diversidad florística sobre todo a la mayor cantidad de luz que recibe el suelo que conlleva a la llegada de especie heliófilas y en general de especies típicas de ambientes no forestales (BARAGATTI *et al.* 2004, RIONDATO *et al.* 2005). La persistencia de estas especies dependerá de la cubierta forestal que con el tiempo tenderá a cerrarse de nuevo reduciendo los huecos creados con el tratamiento.

Anteriores estudios han demostrado un aumento en el número de especies del sotobosque y una persistencia durante el tiempo que han proporcionado indicaciones sobre la posibilidad de programar los tratamientos no solo en función de los objetivos productivos sino también considerando los aspectos ecológicos ligados a la biodiversidad (CAREY 2003).

PROTOCOLO DE LA TOMA DE DATOS

La toma de datos se lleva a cabo en el interior de las 27 parcelas individuadas para cada uno de los tres tratamientos previstos en el Proyecto en cada área de monitorización. La toma de datos de la vegetación del sotobosque está prevista antes de la realización de los tratamientos y sucesivamente de forma anual hasta la finalización del Proyecto durante el período primavera-verano en el momento en que la vegetación está en floración y por tanto es fácilmente identificable.

Metodología: método fisiológico (BRAUN BLANQUET 1932).

Toma de datos de la cubierta:

- estimación en campo de la proyección de la cubierta total de la vegetación;
- estimación en campo de la proyección de la cubierta arbórea;
- estimación en campo de la proyección de la cubierta herbácea.

Sucesivamente en el interior de la parcela se determina la relación florística completa y a cada especie se le asigna, a través de una estimación visual, el valor de la escala de abundancia-dominancia de la metodología.

Ventajas:

- rapidez en la ejecución;
- facilidad de ejecución.

Inconvenientes:

- riesgo de subjetividad en las estimaciones.

A partir del tratamiento de los datos obtenidos en campo será posible caracterizar la vegetación y calcular los índices de biodiversidad útiles para agrupar las variaciones en la composición de la vegetación a partir de la realización de los interventos.

Bibliografía

BARAGATTI E., FRATI L., CHIARUCCI A., 2004 - **Cambiamientos nella diversità della vegetazione in seguito a diversi tipi matricinatura in boschi di cerro.** Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. n. 33, 39-50.

BRAUN-BLANQUET J., 1932 - **Plant Sociology: The Study of Plant Communities (English translation).** McGraw Hill, New York.

CAREY A.B., 2003 - **Biocomplexity and restoration of biodiversity in temperate coniferous forest: inducing spatial heterogeneity with variable-density thinning.** Forestry, Vol. 76, No. 2, 2003, 127-136.

MATTIOLI W., PINELLI A., FILIBECK G., PORTOGHESI L., SCOPPOLA A., CORONA P., 2008 - **Relazioni tra gestione selvicolturale, tipo forestale e diversità floristica in cedui castanili.** Forest@ n. 5, 136-150.

RIONDATO R., COLPI C., DEL FAVERO R., 2005 - **Indicatori di biodiversità in ostriro-querzeti cedui di diversa età sui Colli Euganei (PD).** L'Italia Forestale e Montana 65 (4), 405-427.

4.2 EFECTO DE LAS CLARAS SOBRE LA DIVERSIDAD MICOLÓGICA

Elena Salerni

4.2.1 Comunidades de macromicetos

Los macromicetos se diferencian por tener un cuerpo fructífero caracterizado por diferentes formas: con pie y sombrero, coraloide, globoso, a forma de copa, etc. y que es visible al ojo humano, cuyas dimensiones superen 1 mm y que puede ser recogido a mano (ARNOLDS 1981, CHANG e MILES 1992, MUELLER *et al.* 2007).

La mayor parte de los macromicetos terrestres pueden ser saprófitos desarrollando un rol importante en el ciclo del carbono y de otro elementos a través de la descomposición de los residuos vegetales lignocelulosos y excrementos animales o ser micorrizas formando asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas. Sin embargo, los hongos lignícolas son exclusivamente o saprófitos o agentes patógenos (MUELLER *et al.* 2007, SAVOIE e LARGETEAU 2011).

La gestión de las masas forestales destinadas a la producción de hongos se conoce como “micoselvicultura” y es una técnica que está asumiendo una importancia creciente en toda Europa (BONET *et al.* 2010, EGLI *et al.* 2010, GARCIA-BARREDA y REYNA 2012,2013, MARTÍNEZ DE ARAGÓN *et al.* 2012, PILZ *et al.* 2006, RINEAU *et al.* 2010, SALERNI e PERINI 2004, 2010, SMIT *et al.* 2003, WANG e HALL 2004).

De estas investigaciones se ha manifestado que las claras favorecen el crecimiento del árbol incrementando su capacidad fotosintética. Tal aumento induciría también una mayor producción no solo de los cuerpos fructíferos de las especies ectomicorríticas asociadas a la misma planta sino también a las otras especies terrestres saprofitas.



Muestreo micocenológico: recogida de todos los cuerpos fructíferos visibles al ojo humano cuyas dimensiones superen 1 mm.



Separación en especies para el cálculo de la biomasa fúngica.

PROTOCOLO DE LOS MUESTREOS

Para la caracterización de la relación macrofúngica se han efectuado la toma de muestras según la metodología propuesta por ARNOLDS (1981): en particular en las 54 parcelas (27 en Pratomagno y 27 en Amiata) se han identificado y contado todos los cuerpos fructíferos epigeos presentes en el periodo de mayor producción fúngica (final de primavera y otoño). La toma de muestras para la caracterización de las comunidades de macromicetos están previstos antes de la realización de los tratamientos y sucesivamente de forma anual hasta la finalización del Proyecto. La determinación de las muestras se ha efectuado en laboratorio preferiblemente con material fresco pero también con material seco a partir de las técnicas macro e microscópicas. Durante cada muestreo también se ha muestreado la biomasa fúngica presente tanto en peso fresco como en peso seco. Para medir este último dato cada carpóforo ha sido puesto a 50°C durante 24 horas y sucesivamente pesado.

A partir de la evaluación de los datos recogidos se podrá obtener:

- composición específica;
- número de especies;
- abundancia (número de carpóforos) de cada especie;
- grupo trófico de cada especie;
- peso fresco y peso seco de cada especie;
- índices de biodiversidad.

Bibliografía

ARNOLDS E., 1981 - **Ecology and coenology of macrofungi in grassland and moist heathland in Drenthe, the Netherlands.** In vol. 83 of Biblioteca Mycologica 407 pp.

BONET J.A., PALAHI M., COLINAS C., PUKKALA T., FISCHER C.R., MIINA J., MARTINEZ DE ARAGÓN, 2010 - **Modelling the production and species richness of wild mushrooms in pine forests of the Central Pyrenees in northeastern Spain.** Can. J. For. Res. 40: 347-356.

CHANG S.T., MILES P.G., 1992 - **Mushroom biology, a new discipline.** Mycologist 6:64-65.

EGLI S., AYER F., PETER M., EILMANN B., RIGLING A., 2010 - **Is forests mushroom productivity driven by tree growth? Results from a thinning experiment.** Ann For Sci 67:509p1-509p9.

GARCIA-BARREDA S., REYNA S., 2012 - **Below-ground ectomycorrhizal community in natural *Tuber melanosporum* truffle grounds and dynamics after canopy opening.** Mycorrhiza, 22: 361-369.

GARCIA-BARREDA S., REYNA S., 2013 - **Response of *Tuber melanosporum* fruiting to canopy opening in a Pinus-Quercus forest.** Ecological Engineering, 53: 54-60.

MARTINEZ DE ARAGÓN J., FISCHER C., BONET A.J., OLIVERA A., OLIACH D., COLINAS C., 2012 - **Economically profitable post fire restoration with black truffle (*Tuber melanosporum*) producing plantations.** New Forest, 43: 615-630.

MUELLER G.M., SCHMIT J.P., LEACOCK P.R., BUYCK B., CIFUENTES J., DESJARDIN D.E., HALLING R.E., HJORTSTAM K., ITURRIAGA T., LARSSON K.-H., LODGE D.J., MAY T.W., MINTER D., RAJCHENBERG M., REDHEAD S.A., RYVARDEN L., TRAPPE J.M., WATLING R., WU Q., 2007 - **Global diversity and distribution of macrofungi.** Biodivers. Conserv., 16: 37-48.

PILZ D., MOLINA R., MAYO J., 2006 - **Effects of thinning young forests on chanterelle mushroom production.** J Forest 104:9-14.

RINEAU F., MAURICE J.P., NYS C., VOIRY H., GARBEY J., 2010 - **Forest liming durably impact the commu-**

nities of ectomycorrhizas and fungal epigeous fruiting bodies. Ann For Sci 67:110.

SALERNI E., PERINI C., 2004 - **Experimental study for increasing productivity of *Boletus edulis* s.l. in Italy.** For Ecol Manag. 201:161-170.

SALERNI E., PERINI C., 2010 - **Macrofungal communities in Italian fir woods - short-term effects of silviculture and its implications for conservation.** Cryptogamie, Mycologie 31(3):251-283.

SAVOIE J.M., LARGETEAU M.L., 2011 - **Production of edible mushrooms in forests: trends in development of a mycosilviculture.** Appl. Microbiol. Biotechnol., 89: 971-979.

SMIT E., VEENMAN C., BAAR J., 2003 - **Molecular analysis of ectomycorrhizal basidiomycete communities in a *Pinus sylvestris* L. stand reveals long-term increased diversity after removal of litter and humus layers.** FEMS Microbiol Ecol 45:49-57.

WANG Y., HALL I.R., 2004 - **Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements.** Can J Bot 82:1063-1073.

4.2.2 Comunidades ectomicorrícicas

Las especies fúngicas y vegetales capaces de formar ectomicorrizas (ECM) son, respectivamente, alrededor de 6000 y 25000 (BRUNETT 2009, RINALDI *et al.* 2008) y dominan prácticamente todos los ambientes forestales del globo terrestre. En un mismo bosque están presentes numerosas especies fúngicas ectomicorrícicas, muchas de las cuales comparten la misma planta e incluso la misma raíz.

Entre estos hongos se instaura una relación de recíproca competición por la conquista de las jóvenes raíces son colonizar. En este tipo de “guerra” subterránea ningún hongo es en absoluto más fuerte pero el “ganador” es aquel que se adapta mejor a las condiciones particulares presentes en el suelo en el momento de establecimiento. Cualquier cambio puede desplazar los equilibrios a favor de una especie u otra. Por este motivo la composición de las comunidades fúngicas ectomicorrícicas es extremadamente dinámica y varía en el tiempo en función de numerosos factores bióticos y abióticos en parte todavía desconocidos. Existe una red subterránea de conexión entre las hifas fúngicas que permite una especie de comunicación y transferencia tanto de energía como de sustancias nutritivas y todo esto se manifiesta con la aparición de los cuerpos fructíferos de las especies ectomicorrícicas implicadas (RAYNER 1998).

El conocimiento de la composición de las comunidades fúngicas es el primer paso importante para comprender tanto las relaciones que intervienen entre planta y hongo como el efecto de los factores (clima, tipo de suelo, intervención del hombre) que los regulan.



Muestreo de los ápices radicales micorrizados (ECM).



A) Micorriza de *Inocybe pseudorubens* vista con el estereomicroscopio. B) Hifas de *Inocybe pseudorubens* vistas con el microscopio óptico. C) Detalle de la capa de la micorriza de *Inocybe pseudorubens* visto con el microscopio óptico.

PROTOCOLO DE LOS MUESTREOS

Los muestreos para la caracterización de las comunidades ectomicorrícicas están previstos antes de la realización de los tratamientos y posteriormente de forma anual hasta la finalización del Proyecto.

Durante el muestreo de los ápices radicales micorrizados (ECM) se han tomado muestras de terreno hasta una profundidad alrededor de 30 cm (se corresponde al estrato en el que se desarrolla la mayor parte del micelio y de las micorrizas en el suelo). Las muestras se han tomado con un cilindro de acero de 6 cm. En el laboratorio las raíces se han separado del terreno mediante tamices de 2 mm. El tamiz después de cada uso se ha esterilizado con hipoclorito de sodio y lavado en agua destilada. Una vez las raíces se han separado del terreno, las micorrizas formada por las diferentes especies fúngicas se han observado a través del estereomicroscopio (x12) y se han asignado a los diferentes tipos morfológicos en base a su color y a la presencia y características de hifas y cistidios según la metodología descrita por AGERER (1991, 1987-2002). Todos los ápices micorrizados de cualquier tipo morfológico han sido contados y calculado su porcentaje respecto al número total.

Los análisis moleculares se han llevado a cabo seleccionando las ectomicorrizas más turgentes de cada morfotipo amplificando y secuenciando regiones ITS del ADN ribosómico directamente de porciones de velo fúngico según la metodología propuesta por IOTTI e ZAMBONELLI (2006).

A partir de la elaboración de los datos recogidos será posible obtener:

- diferenciación en morfotipos;
- composición específica;
- abundancia de las diferentes especies (i)

$$i = (x_i / n) * 100,$$

n = número de micorrizas analizadas o número de clones analizados

x_i = número de micorrizas/clones pertenecientes a la especie i.

- los índices de biodiversidad.

Bibliografía

AGERER R., 1987-2002 - **Colour Atlas of Ectomycorrhizas**. Eichorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd.

AGERER R., 1991 - **Characterization of ectomycorrhiza**. In: NORRIS J.R., READ DJ, VARMA A (eds.), *Techniques for the study of mycorrhiza*. Methods in microbiology, vol 23. Academic Press, London, pp. 25-73.

BRUNDRETT M.C., 2009 - **Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis**. *Plant and Soil*, 320:37-77.

IOTTI M., ZAMBONELLI A., 2006 - **A quick and precise technique for identifying ectomycorrhizas by PCR**. *Mycological Research* 110: 60-65.

RAYNER A.D.M., 1998 - **Fountains of the forest - The interconnectedness between trees and fungi**. *Mycological Research*, 102:1441-1449.

RINALDI A. C., COMANDINI O., KUYPER T.W., 2008 - **Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from chaff**. *Fungal Diversity*, 33:1-45.

4.3 EFECTO DE LAS CLARAS SOBRE LA DIVERSIDAD DE LA MACROFAUNA

Gianni Bettini

Los carábidos son considerados a nivel internacional como un grupo de organismos bioindicadores muy fiable constituyendo también un índice en los procedimientos operativos que consienten de evaluar el estado de conservación del ambiente donde se hospeda la comunidad. Los coleópteros carábidos se usan ampliamente para la evaluación y monitorización de los cambios ambientales en relación con las modificaciones en biotipos y paisajes.

En Italia están presentes 1.300 especies de Coleópteros Carábidos que están distribuidas de modo heterogéneo en los diferentes biomas que constituyen la Biosfera y en particular el manto vegetal del país.

Los Coleópteros Carábidos son insectos epigeos geófilos cuya distribución espacial y cuyos caracteres morfoecológicos (ej. morfología alar, dieta y longitud del cuerpo) están fuertemente influenciados por parámetros físicos (ej. humedad, temperatura) y químicos (ph, concentración de metales) en el suelo y por tanto convierte a estos insectos en indicadores de los efectos en los cambios ambientales (ej. calentamiento del suelo, gestión y contaminación) sobre los suelos y las formas de humus. La decadencia que la biodiversidad de los Carábidos ha tenido en el último siglo en Europa y el rol que estos Coleópteros tienen como predadores de insectos infestantes y como presas de muchos vertebrados, hace prioritario el conocimiento de su distribución espacial con relación a las actividades antrópicas.

Desde hace años se sabe que las alas de los Carábidos tienden a reducirse en ambientes estables y constantes en el tiempo y las carabidocenosis responden al aumento de la inestabilidad ambiental aumentando el porcentaje de especies de Macropteros y Pteridimórficos, es decir, aquellas con las alas más grandes y con una capacidad de dispersión mayor. La mayor presencia de especies selvícolas y de Micrópteros se encuentran en los lugares



Fases de preparación de las *pit-fall traps* en las áreas de estudio del Proyecto LIFE. A la derecha detalle de la trampa.

con árboles con un fuste alto que no han sufrido tratamientos de monte bajo desde hace varios años.

Las especies con alas reducidas, predadores y de grandes dimensiones están ligadas a los estadios más maduros de la vegetación y por tanto a suelos más desarrollados, que están menos alterados y en los cuales se encuentra la mayor disponibilidad trófica. En los hábitat más alterados se nota un elevado número de especies generalistas, alas completamente desarrolladas y dimensiones del cuerpo reducidas.

El muestreo en campo y el análisis de la diversidad de la carabidofauna se inició en junio de 2015 y se basa principalmente en el montaje de 108 trampas *pitfalls* (54 trampas para las parcelas de las 2 áreas: Pratomagno y Amiata). En los ambientes mediterráneos el periodo de muestreo podría durar todo el año pero la actividad de los carábidos está centrada en primavera o en otoño, por lo que se ha repetido el proceso de muestreo en junio y en octubre en las dos áreas. Las *pitfalls* se han colocado en las cercanías del centro de las unidades de muestreo.

Se han analizado las formas biológicas porque, como ya se ha señalado, la modalidad de alimentación nos indica el hábitat de elección de la especie (bosque maduro, ambiente abierto).

La comunidad de Coleópteros Carábidos se ha analizado para conocer la relación entre especies “no voladoras” y especies con capacidad de volar (macrópteros + pteridimorfos) porque este análisis ofrece un cuadro de la variación del poder de dispersión a lo largo de los gradientes ecológicos más importantes de la área de estudio.

- A) *Percus passerinii*, endemismo italiano de los Apeninos centro-septentrionales, montano y selvícola, micróptero.
B) *Nebria tibialis* subcontracta especie endémico da los Apeninos, micróptero.
C) *Abax parallelepipedus* (=ater) elemento selvícola micróptero.



A



B



C

PROTOCOLO DE LOS MUESTREOS

La metodología seguida prevé la utilización de trampas de caída (*pitfall-traps*) (GREENSLADE 1964, ADIS 1979, VAN DER BERGHE 1992) para la captura de los Coleópteros Carábidos. Éstas se componen de vasos de plástico (altura 12 cm y diámetro a la boca 8,5 cm) enterrados hasta el borde y que contienen una solución saturada de cloruro de sodio en vinagre de vino y poco alcohol al 95% para la conservación de las muestras.

Con el fin de proteger las trampas de las precipitaciones, la hojarasca y las molestias de los animales, cada vaso se ha tapado con piedras. La recogida del material que cae en las trampas se ha llevado a cabo en intervalos de 10-15 días durante el periodo de actividad de los Coleópteros-Carábidos. El material que cae en la trampa se recoge en el campo y se separa de los líquidos (agua de lluvia y solución de vinagre) con ayuda de un colador de malla (0,75 mm aproximadamente) y posteriormente se introduce en contenedores de plástico. Los contenedores numerados en función de la parcela (de 1 a 9) se les dota de un tapón de cierre doble. En los contenedores se añade alcohol puro al 95% para conservar el material recogido hasta el momento de la clasificación.

A través de este análisis se perciben los cambios en el grado de biodiversidad de la mesofauna del suelo ya que los Coleópteros Carábidos son predadores y por tanto importante representantes de esta componente.

Bibliografía

- ADIS J., 1979 - **Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps.** Zool. Anz. 202: 177-184.
- BRANDMAYR P., 1980 - **Entomocenosi come indicatori delle modificazioni antropiche del paesaggio e pianificazioni del territorio: esempi basati sullo studio di popolamenti a Coleotteri Carabidi.** Atti del XII Congr. Naz. Ital. Entomol. Roma : 263-283.
- BRANDMAYR P., ZETTO T., COLOMBETTA G., MAZZEI A., SCALERCIO S., PIZZOLOTTO R., 2002 - **I Coleotteri Carabidi come indicatori predittivi dei cambiamenti dell'ambiente: clima e disturbo antropico.** Atti XIX Congresso nazionale italiano di Entomologia Catania 10-15 giugno 2002: 283-295
- GOBBI M., ROSSARO B., VATER A., DE BERNARDI F., PELFINI M., BRANDMAYR P., 2007 - **Environmental features influencing Carabid beetle (Coleoptera) assemblages along a recently deglaciated area in the Alpine region.** Ecol. Entom., 32: 282-289.
- GREENSLADE P.J.M., 1964 - **Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera).** J. unim. Ecol. 33: 301-310.
- VAN DEN BERGHE E., 1992 - **On pitfall trapping invertebrates.** Entomol. News. 103, 149-156.

4.4 EFECTOS DE LAS CLARAS SOBRE LA DIVERSIDAD DE LA MESOFAUNA DEL SUELO

Silvia Landi, Giuseppe Mazza, Giada d'Errico, Giulia Torrini, Pio Federico Roversi

La hojarasca y el suelo forestal constituyen las mayores reservas de biodiversidad animal, en particular ya que mantiene a los organismos integrados en los Phylum Arthropoda y Nematoda y donde se llevan a cabo numerosos procesos de reciclado de materiales y nutrientes. Los artrópodos del suelo contribuyen de modo determinante a la descomposición de la materia orgánica, de otro modo destinada a permanecer inmovilizada por un largo tiempo, alimentándose de tejidos vegetales y/o animales muertos que vienen transformados de esta forma en un sustrato de más fácil degradación por los microorganismos. Además, contribuyen a la formación de sustancias húmicas y agregados complejos de materia orgánica con elementos minerales del suelo. Los nematodos, perfectamente adaptados al ambiente intersticial, están considerados los animales más abundantes de la Tierra y sus comunidades presentes en el suelo desenvuelven roles fundamentales en la regulación de las poblaciones microbicas, favoreciendo además la humificación y la estabilidad estructural de los suelos, aparte de representar un peso no despreciable entre los factores bióticos de regulación de las densidades de las diferentes categorías de artrópodos terrícolas. Microartrópodos y nematodos en su entramado establecen complejas y sinérgicas interacciones en varios niveles tróficos, participando en el delicado sistema de relaciones fundamentales para el mantenimiento de las capacidades homeostáticas e de las potencialidades productivas de los ecosistemas forestales (ROVERSI y NANNELLI 2012).

Dado el rol esencial ejercitado por la mesofauna en los suelos, es evidente cómo es fundamental poder evaluar el impacto de las diferentes prácticas forestales sobre la biodiversidad animal telúrica. La falta de métodos estandarizados de muestreo y las dificultades de reconocimiento de las especies son algunas de las principales razones por las que la mesofauna ha sido poco estudiada en el pasado. Como resultado de la creciente conciencia



Muestreo de nematodos libres en el suelo a través de barrenas y extracción mediante el método Baermann modificado.



Seleccionadores Belese-Tulgren para la extracción de los microartrópodos del suelo.

de la importancia de estos componentes de la biocenosis, nematodos y microartrópodos han sido utilizados de modo creciente para evaluar el impacto de las actividades humanas sobre el ambiente, gracias también a su abundancia y a las capacidades de estos metazoos de responder en breves tiempos a factores de diferentes perturbaciones. La puesta a punto de métodos estandarizados de muestreo y la elaboración de índices cualitativos que prevén el reconocimiento de la fauna a nivel de orden para los artrópodos y de familia para los nematodos, han simplificado los estudios del sector y han suministrado una medida cuantitativa para confrontar modalidades de gestión diferentes. El índice “Calidad Biológica del Suelo” (QBS) (desarrollado por PARISI *et al.* 2005) se basa en el concepto de que la calidad del terreno es superior cuanto mayor es el número de grupos de microartrópodos bien adaptados a los ambientes edáficos. El QBS-ar, de hecho, separa los microartrópodos según caracteres morfológicos de adaptación a la vida hipógea como la reducción o la pérdida de la pigmentación y de órganos visuales, la forma del cuerpo, la reducción de los apéndices, la reducción o la pérdida de la capacidad de volar, saltar o correr y la reducción del espesor de la cutícula. Los nematodos, que se mueven en el suelo utilizando las películas de agua que revisten las partículas del terreno, también ofrecen instrumentos útiles para evaluar la calidad biológica de los ecosistemas terrestres por su elevada diversidad y por el estrecho contacto con varias sustancias presentes en el suelo. Válidos indicadores de las condiciones del ecosistema suelo son el Maturity Index (MI), desarrollado por BONGERS (1989) basado en el gradiente c-p (nematodos colonizadores mediante estrategia r y nematodos de ecosistemas maduros a estrategia k), además de los índices basados en la cadena alimentaria de FERRIS *et al.* (2001).

Las claras de las masas forestales vienen efectuadas con el doble objetivo de mantener las condiciones de iluminación óptimas para la actividad fotosintética de la plantas y de garantizar a las raíces el espacio suficiente para la necesidad de agua y nutrientes. Mientras los efectos de tales prácticas, diferentes según la composición de los bosques y de la forma de gestión, se han estudiado ampliamente con referencias a la productividad, no son



Microartrópodos del suelo.

muchos los estudios disponibles del impacto sobre la biodiversidad animal de los suelos. Investigaciones llevadas a cabo en pinares de Finlandia han evidenciado analogías con actividades de corta, al tiempo que subraya el menor impacto (HUHTA *et al.* 1967). La notable disminución de la densidad de nematodos, colémbolos y coleópteros muestreada en este estudio ha sido atribuida a tres factores: los residuos del abatimiento de los árboles, las variaciones de las condiciones microclimáticas y el cambio de la vegetación del sotobosque. Mientras que con las claras la cota de materia orgánica que permanece en el suelo es en general modesta, es necesario considerar con atención los efectos ligados a la mayor exposición a la luz solar del terreno y a las variaciones de humedad y temperatura, así como las modificaciones del estrato arbustivo y herbáceo con el consiguiente desarrollo de nuevas raíces en el estrato superior del suelo.

El principal objetivo de la reforestación con Pino negro a lo largo de la dorsal del Apenino ha sido el de suministrar una primera cubierta con especies pioneras en zonas degradadas con riesgo de erosión. El tratamiento selectivo, llevado a cabo en la primavera del 2015, ha modificado la copa y consecuentemente la tasa de luz y la temperatura a nivel del suelo. En los sucesivos tres años, las monitorizaciones de ambos sitios serán dirigidas a estudiar los cambios en la composición de la microartropofauna y de la nematofauna.



Nematodos del suelo.



Bibliografía

BONGERS T., 1990 - **The maturity index - an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition.** *Oecologia* 83: 14-19.

FERRIS H., BONGERS T., DE GOEDE R.G.M., 2001 - **A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept.** *Appl. Soil Ecol.*, 18: 13-29.

HUHTA V., KARPINEN E., NURMINEN M., VALPAS A., 1967 - **Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil.** *Annales Zoologici Fennici*, 4: 89-145.

PARISI V., MENTA C., GARDI C., JACOMINI C., MOZZANICA E., 2005 - **Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversità: a new approach in Italy.** *Agr Ecosys. Environ.*, 105: 323-333.

ROVERSI P.F., NANNELLI R., 2012 - **Arthropods and nematodes: functional biodiversity in forest ecosystems.** In: *Forest Ecosystems more than just trees*, Edited by Juan A. Blanco and Yueh-Hsin Lo, INTECH, pp. 29-52.

PROTOCOLO DE LOS MUESTREOS

MICROARTRÓPODOS

- Recogida de un cubo de tierra de 10 cm de lado.
- Extracción de los microartrópodos mediante el extractor Berlese-Tullgren.
- Determinación limitada de los taxones hasta el nivel de orden.
- Evaluación de la comunidad microartrópoda a través de: abundancia de individuos/m², riqueza de taxones, relación ácaros/colémbolos (A/C), calidad biológica del suelo QBS-ar (valores expresados como puntuación EMI, índice eco-morfológico, variable de 1 a 20 para cada forma biológica adaptada a la vida edáfica).

NEMATODOS

- Muestreo de cinco muestras de tierra (profundidad 0-15 cm).
- Homogeneización de la muestra.
- Extracción de 100 ml de suelo con el método Bearman modificado para 48 horas.
- Determinación de los taxones hasta el nivel de familia.
- Evaluación de la nematofauna a través de: abundancia de individuos/100 ml de suelo, riqueza de taxones, índices cualitativos como *maturity index* (MI), *plant parasitic index* (PPI), *basal index* (BI), *enrichment index* (EI), *structure index* (SI), *channel index* (CI).

4.5 EFECTO DE LAS CLARAS SOBRE LA DIVERSIDAD MICRÓBICA DEL SUELO

Stefano Mocali, Arturo Fabiani, Carolina Chiellini, Fabrizio Butti

Las teorías ecológicas en el estudio de la diversidad biológica (biodiversidad) han sido desarrolladas esencialmente para los ecosistemas presentes sobre la superficie del suelo, desatendiendo durante mucho tiempo todas aquellas formas de vida que están presentes en el interior de éste, en particular los microorganismos y que sin embargo representan una enorme cantidad de “vida invisible” de importancia fundamental para toda la vida sobre la tierra (WARDLE y GILLER 1996). De hecho, la microflora telúrica representa la parte más relevante de la biomasa del suelo y es la que más influye sobre las propiedades biológicas regulando todos los procesos bioquímicos que determinan las propiedades nutricionales fundamentales para las plantas (NANNIPIERI *et al.* 2003). De hecho, los microorganismos intervienen en la mineralización de la sustancia orgánica, en la síntesis del nitrógeno, en la formación del humus y además actúan en la movilización de los elementos minerales y en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Aparte de esto es necesario recordar las relaciones que los microorganismos instauran con las plantas en la matriz rizosférica, filosférica y espermosférica además de la simbiosis micorrízica. Por tanto, los microorganismos representan una componente fundamental para la fertilidad de los terrenos y desenvuelven un rol insustituible, ya que sin éstos, el terreno simplemente representaría un soporte mecánico inerte. La diversidad de los microorganismos es por tanto un elemento clave para el mantenimiento en un estado cualitativamente saludable el suelo y el ecosistema (BORNEMAN 1996).

Además, muchas comunidades microbicas pueden mantener la misma composición pero modificar algunos procesos metabólicos con consecuencias a nivel funcional y ecológico. Por esto es necesario introducir el concepto de “diversidad funcional” de los microorganismos del suelo. Por tanto y puesto que el número de microorganismos presentes en el suelo y la abundancia relativa de cada grupo microbico varían enormemente tanto entre suelos diferentes como en relación a las especies vegetales, a los otros organismos presentes y a las condiciones ambientales en general, éstos pueden ser utilizados como sensible “bioindicadores” de la calidad del suelo (BLOEM *et al.* 2006). Éstos desarrollan funciones clave en la degradación y en la recirculación de la sustancia orgánica y de los nutrientes respondiendo rápidamente a los cambios en el ambiente del suelo.

Una de las componentes del suelo que condiciona el desarrollo de los microorganismos y, por consecuencia, de la fertilidad del suelo es la sustancia orgánica, que es la fuente de energía necesaria para el desarrollo de la vida microbica. La sustancia orgánica es, por tanto, un parámetro muy importante para la fertilidad biológica de un suelo porque interviene no solo en la formación de humus, sino también en la formación de sustancias microbicas específicas y en su metabolismo. La fertilidad biológica unida a la fertilidad química y física constituye la fertilidad agronómica o integral de la que depende la productividad. La fertilidad, sin embargo, no es sinónimo de productividad ya que la primera depende del terreno mientras que la segunda depende tanto del terreno como de la planta. La productividad de un suelo está estrechamente correlacionada con el concepto de “calidad”: “La capacidad del suelo de interactuar con el ecosistema para mantener la productividad biológica, la calidad ambiental y promover la salud animal y vegetal” DORAN y PARKIN (1994).

¿Qué efectos pueden tener la temperatura y la humedad del suelo?

Es sabido que las condiciones edafoclimáticas influyen de manera significativa la biodiversidad genética pero - sobretodo - la funcional del suelo. De hecho se ha observado como



Recogida de muestras de suelo en el estrato superficial de 0 a 20 cm.

Bibliografía

ALEF K., NANNIPIERI P., 1995 - (eds) **Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry**. Academic Press, London.

BLOEM J., BENEDETTI A., HOPKINS D.W., 2006 - (eds) **Microbiological Methods for Assessing Soil Quality**. CABI, Wallingford, UK, pp. 23-49.

BORNEMAN J., SKROCH P.W., O'SULLIVAN K.M., PALUS J.A., RUMJANEK N.G., JANSEN J.L., NIENHUIS J., TRIPLETT E.W., 1996 - **Molecular microbial diversity of an agricultural soil in Wisconsin**. Appl. Environ. Microbiol. 62: 1935-1943

DORAN J.W., PARKIN T.B., 1994 - **Defining and assessing soil quality**. In: J.W. DORAN, D.C. COLEMAN, D.F. BEZDICEK, B.A. STEWART (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, Soil Sci. Soc. Am., Spec. Pub. No. 35 (1994) Madison, WI

NANNIPIERI P., ASCHER J., CECCHERINI M.T., LANDI L., PIETRAMELLARA G., RENELLA G., 2003 - **Microbial diversity and soil functions**. *Europ. Journal of Soil Science*, 54, Iss. 4: 655-670.

PAPATHEODOROU E.M., ARGYROPOULOU M.D., STAMOU G.P., 2004 - **The effects of large- and small-scale differences in soil temperature and moisture on bacterial functional diversity and the community of bacterivorous nematodes**. *Appl. Soil Ecol.*, 25, Issue 1: 37-49.

VANCE E.D., BROOKES P.C., JENKINSON D.S., 1987 - **An extraction method for measuring soil microbial biomass C**. *Soil Biol. Biochem.* 19, N.6: 703-707.

WARDLE D.A., GILLER K.E., 1996 - **The quest for a contemporary ecological dimension to soil biology**. *Soil Biol. Biochem.*, 28, No. 12: 1549-1554.

la actividad microbica como la actividad microbica decrece tanto con la temperatura como con la carencia de agua (PAPATHEODOROU *et al.* 2004). Por tanto, en relación al tratamiento selvicultural, la menor cubierta de las copas del pinar provocará un aumento de luz (y por tanto de la temperatura) y agua a nivel del suelo. En consecuencia, la biodiversidad microbica debería notar un beneficio general, aumentando tanto en términos absolutos como en actividad metabólica. Con el fin de evitar los efectos estacionales debidos a las temperaturas demasiado frías (invierno) y demasiado calurosas (verano), los muestreos del suelos se llevan a cabo en primavera.



Análisis morfológico de las colonias bacterias del suelo.

PROTOCOLO DE LOS MUESTREOS

El estudio de los microorganismos requiere necesariamente instrumentos y metodologías diferentes respecto a las utilizadas para el estudio de los organismos superiores. Es relativamente sencillo contar y catalogar plantas y animales a partir de parámetros fácilmente identificables sin necesidad de utilizar ningún instrumento. Resulta más complicado observar y catalogar miles de organismos que, a pesar de su elevado número, no se ven a simple vista (las dimensiones medias de una bacteria son alrededor de una millonésima parte de metro) y su estudio requiere la utilización de instrumentos y tecnologías sofisticadas.

Secuenciación masiva del ADN (NGS)

El punto de partida del análisis molecular es la extracción directa del ADN del suelo, llevada a cabo para todas las muestras utilizando el kit comercial "FastDNATM SPIN Kit for Soil", de la compañía MP Biomedicals, prevé la extracción del ADN de 0,5 g de suelo examinado a 2 mm. El ADN obtenido de esta forma ha sido cuantificado y enviado a una empresa especializada para efectuar la secuenciación masiva (NGS). A partir de los datos obtenidos con este tipo de análisis es posible caracterizar la composición de la comunidad microbica (bacterica y fungica) de los suelos analizados y, comparando los datos de las diferentes parcelas, evaluar el efecto de las diferentes tipologias de tratamiento.

Análisis bioquímicos

Para obtener datos cuantitativos y cualitativos de la comunidad microbica en su totalidad, se han efectuado los siguientes análisis bioquímicos: la determinación de la respiración microbica (método de ALEF 1995) y la determinación de la biomasa microbica (método de VANCE *et al.* 1987). A partir de los datos obtenidos con estos análisis es posible evaluar el estado fisiológico y la abundancia de la comunidad microbica del suelo en relación a la calidad de la sustancia orgánica presente en el suelo.

4.6 EFECTO DE LAS CLARAS SOBRE LA MADERA MUERTA

Isabella De Meo, Anna Graziani

¿Qué se entiende por madera muerta o necromasa? Según la definición del Global Forest Resources Assessment 2005, toda la biomasa leñosa no viva en pie, en tierra o en el suelo y que no forme parte de la hojarasca. En esta definición entran árboles enteros, fragmentos de madera apoyados en la tierra, las raíces y cepas muertas siempre que sean superiores a una dimensión mínima preestablecida (FAO 2004).

La presencia de madera muerta en un bosque ha tenido diferentes roles a lo largo del tiempo. Ligados a la evolución del concepto de gestión forestal. En particular, hasta hace pocas décadas la madera muerta se consideraba una señal de mala gestión. Su presencia favorecía posibles ataques de parásitos, aumentaba el riesgo de incendio e incluso desde un punto de vista meramente estético era considerada negativa (CAMIA *et al.* 2001, MORELLI *et al.* 2007).

Con la instauración del concepto de Gestión Forestal Sostenible (GFS) se han reconocido una serie de efectos positivos ligados a la presencia de madera muerta que van desde la conservación de la biodiversidad del ecosistema (la madera muerta proporciona los micro-habitat necesarios para los organismos “saproxilicos” cuya presencia representa alrededor del 30% de la biodiversidad de un bosque (VALLAURI *et al.* 2005)), el almacenamiento de carbono (LAIHO y PRESCOTT 1999), el mantenimiento de la fertilidad favorable a la renovación natural hasta la conservación del suelo y protección hidrológica (HAGAN y GROVE 1999). Actualmente la cantidad de madera muerta representa un indicador de GFS ratificado por la Conferencia Interministerial Europea y su muestreo está incluido en los inventarios forestales nacionales (PIGNATTI *et al.* 2009).

En el ámbito del Proyecto se confrontan los efectos de dos tipos de claras (por lo bajo y selectiva) y el testimonio sin tratar sobre la biodiversidad de las diferentes componentes del suelo y el sobresuelo. Respecto a la madera muerta, considerada en este caso principalmente en su rol de conservación de la biodiversidad, se lleva a cabo un muestreo de tipo cuantitativo (volumen, número de piezas y distribución diamétrica) y un muestreo cualitativo (especie cuando sea posible reconocerla y clase de decaimiento). También se realizan pruebas específicas, en colaboración con otros colaboradores del Proyecto, con fines de estudio de las comunidades fúngicas y micróbicas presentes en relación a los diferentes estados de degradación de la madera.



Necromasa en un avanzado estado de descomposición.



Aplicación de la metodología LIS para la estimación del volumen de necromasa.

PROTOCOLO DE MUESTREO

El muestreo ha sido realizado en las dos áreas de estudio, Pratomagno y Amiata, en las 27 parcelas para cada uno de los tres tratamientos previsto en el Proyecto. El muestreo de la madera muerta está se previsto antes de los tratamientos y posteriormente de forma anual hasta la finalización del Proyecto.

La metodología de muestreo utilizada ha sido el muestreo de tipo lineal Line Intersect Sampling o LIS (WARREN y OLSEN 1964).

En el interior de cada parcela se han individuado dos transect que pasan por el centro y ortogonales entre ellos de 26 metros longitud cada uno, el primero en dirección Norte-Sur y el segundo en dirección Este-Oeste. A lo largo de cada segmento de muestreo, para cada elemento de necromasa intersectado con diámetro en el punto de contacto con el transect superior a 4,5 cm, han sido muestreados:

- dos diámetros ortogonales entre ellos en el punto exacto de contacto con el transect (cm);
- especie a la que pertenece o si ésta no es reconocible porque la madera está demasiado descompuesta, se indica con "conífera" o "frondosa";
- clase de descomposición de la madera haciendo referencia al sistema internacional de 5 clases (PALETTO *et al.* 2014).

Sucesivamente se ha procedido a la estimación del volumen de madera muerta presente por hectárea a través del empleo del algoritmo de VAN WAGNER (1968):

$$V = (\pi^2/8 * L) * \sum d_i^2$$

donde:

V = volumen (m³/ha);

L = longitud del LIS en m (13 m);

d_i = diámetro (media de las dos medidas) en la i -ésima intersección (cm).

Ventajas:

- rapidez en la ejecución;
- facilidad de ejecución;

Inconvenientes:

- riesgo de sobrestimar o subestimar el volumen real de necromasa.

Bibliografía

CAMIA A., CORONA P., MARCHETTI M., 2001 - **Mappatura delle componenti ambientali predisponenti il rischio di incendi boschivi in Italia**. L'Italia Forestale e Montana 6: 455-476.

FAO, 2004 - **Global Forest Resources Assessment Update 2005: Terms and Definitions**. Working Papers 83/E, Forest Resources Assessment Programme, Rome.

HAGAN J.M., GROVE S.L., 1999 - **Coarse woody debris**. Journal of Forestry 1: 6-11.

LAIHO R., PRESCOTT C.E., 1999 - **The contribution of coarse woody debris to carbon, nitrogen, and phosphorus cycles in three Rocky Mountain coniferous forests**. Canadian Journal of Forest Research 29: 1592-1603.

MORELLI S., PALETTO A., TOSI V., 2007 - **Il legno morto dei boschi: indagine sulla densità basale del legno di alcune specie del Trentino**. Forest@ 4: 395-406.

PALETTO A., DE MEO I., CANTIANI P., FERRETTI F., 2014 - **Effects of forest management on the amount of deadwood in Mediterranean oak ecosystems**. Annals of Forest Science, 71(7), 791-800.

PIGNATTI G., DE NATALE F., GASPARINI P., PALETTO A., 2009 - **Il legno morto nei boschi italiani secondo l'Inventario Forestale Nazionale**. Forest@ 6: 365-375.

VALLAURI D., ANDRÉ J., DODELIN B., EYNARD-MACHET R., RAMBAUD D., 2005 - **Bois mort et à cavités. Un clé pour des forêts vivantes**. Editions Tec & Doc, Paris, pp. 405.

VAN WAGNER C.E., 1968 - **The line intersect method in forest fuel sampling**. Forest science, 14(1), 20-26.

WARREN W.G., OLSEN P.F., 1964 - **A line intersect technique for assessing logging waste**. Forest Science, 10(3), 267-276.



LAS ÁREAS DEL PROYECTO

5

EL ÁREA DE ESTUDIO PRATOMAGNO

Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Stefano Samaden

5.1 ENCUADRE GEOGRÁFICO, GEOLÓGICO, LITOLÓGICO Y CLIMÁTICO

El área de estudio de Pratomagno se sitúa en el municipio de Loro Ciuffenna (Provincia de Arezzo), sobre el macizo del Pratomagno (Figura 5.1). Desde un punto de vista geológico la formación presente, denominada Areniscas del Monte Falterona, aflora en toda el área y constituye la esencia del macizo del Pratomagno. Litológicamente se caracteriza por una alternancia de areniscas cuarzo-feldespáticas con limolitas y argilitas. Las argilitas y las limolitas se presentan con un espesor muy bajo que va desde pocos centímetros hasta espesores máximos de 15 centímetros, mientras que es más consistente es el espesor de los estratos de arenisca que supera generalmente el medio metro; esto supone el afloramiento de grandes bancos de arenisca compacta cuyas cabezas son bien visibles y son responsables de frecuentes salientes de roca y de una morfología accidentada constituida fundamentalmente por vertientes con valles subparalelos medianamente largos, a menudo con canales de erosión de notables dimensiones, fuertes pendientes escarpadas (pendientes entre el 40 y el 100%), sujetas a una fuerte erosión hidrológica fundamentalmente de tipo canalizado.

El área está situada sobre una vertiente con valles a forma de “v”, expuesta a Sudoeste, con pendientes variables desde fuertes en la parte alta hasta extremas en la parte baja. Están presentes afloramientos rocosos en cantidad moderada y la pedregosidad de pequeña, mediana y grandes dimensiones está siempre presente de forma frecuente y localmente puede llegar a ser abundante. Son evidentes fenómenos erosivos en las proximidades de las incisiones y allá donde la cubierta vegetal no es continua.

Los suelos presentes en el área de muestreo, con un perfil O-A-Bw-R, son poco a moderadamente profundos, con un contenido elevado de materia orgánica en el horizonte superficial A, con fragmentos gruesos y muy gruesos, guijarrosos e pedregosos en todo el perfil, con textura fundamentalmente franco-arenosa y franca, no calcáreos, desde extremo a moderadamente ácidos, con saturación de bases moderadamente baja, a veces excesivamente drenados.



El paisaje de Pratomagno ha sufrido drásticas transformaciones a partir de las obras de repoblación iniciada a mitad del siglo XX. Hoy prevalecen las formaciones forestales de coníferas (sobre todo pino negro y abeto blanco).

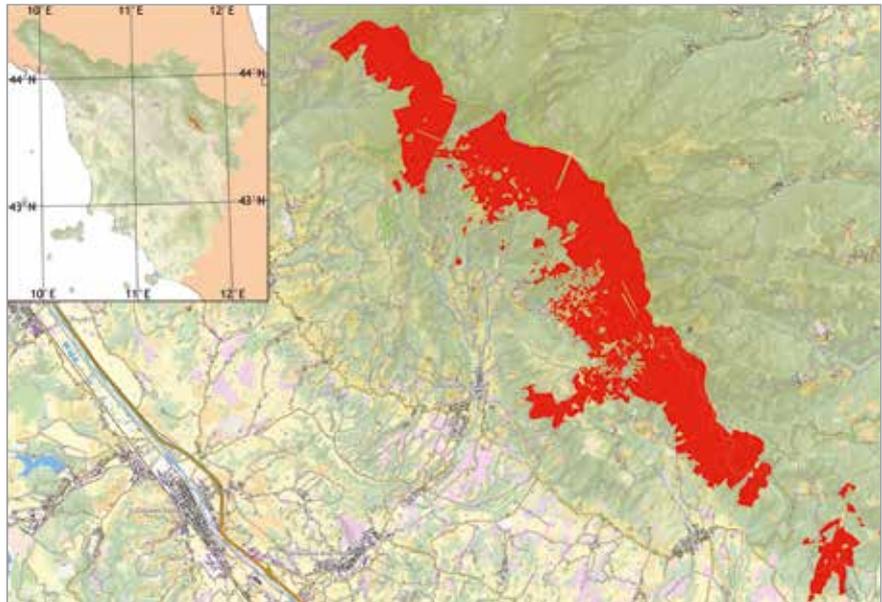


Figura 5.1 - El área de estudio de Pratomagno.

Respecto a la profundidad útil para la raíces de las plantas, los suelos muestreados son generalmente moderadamente profundos, aunque existen localmente difusos, a causa de la fuerte erosión, suelos poco profundos; en ambos, el obstáculo para que las raíces profundicen es la presencia de la roca madre; la notable cantidad de fragmentos de roca y las dimensiones de éstos constituyen igualmente una importante limitación.

El régimen pluviométrico es del tipo submontano apenínico (pluviosidad media 997 mm), con valores máximos en otoño, relativo en primavera y mínimo absoluto en el mes de julio. La temperatura media anual es de 10,5°C (valor máximo de 19°C en julio y mínimo de 1,5°C en enero)(datos de la estación meteorológica de Villa Cognola, 663 m.s.n.m.).

5.2 CAMBIOS EN LOS USOS DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO DE PRATOMAGNO

5.2.1 Material y métodos

El área objeto del proyecto ha sido analizada inicialmente a través del mapa forestal de la milicia de 1936 (Figura 5.2). Sucesivamente se han efectuados los análisis de los cambios del uso del suelo a través de ortofotografía aérea del 1954, del 1978 y del 2015. El límite en la interpretación de los tipos de usos del suelo depende de la escala y a la imposibilidad de operar con el material de 1954.

La superficie forestal en el 1936 aparece muy fragmentada entre amplias zonas sin bosque que, por el material descriptivo de archivo eran por lo general pastos y, localmente, cultivos (Figura 5.3). La franja de cumbres se usaba como pastos. Por debajo existía una franja de monte bajo de haya. Algunas partes estaban repobladas con abeto blanco mientras que los bosques de robles (sobretudo roble turco) en régimen de monte bajo estaban muy limitados.

La situación en el 1954 es de un interés particular, ya que testimonia la situación del uso del suelo justo antes de las obras de repoblación. En la fotografía aérea se ve cómo casi la totalidad del área era objeto de una disposición a terrazas, algunas preexistentes para la agri-

cultura, aunque la mayoría se habían llevado a cabo como preparación para la repoblación.

La disminución de la cubierta forestal durante el periodo bélico fue notable: de una cubierta aproximada del 76% en el 1936 se pasó a poco más del 20% diez años después del final de la guerra.

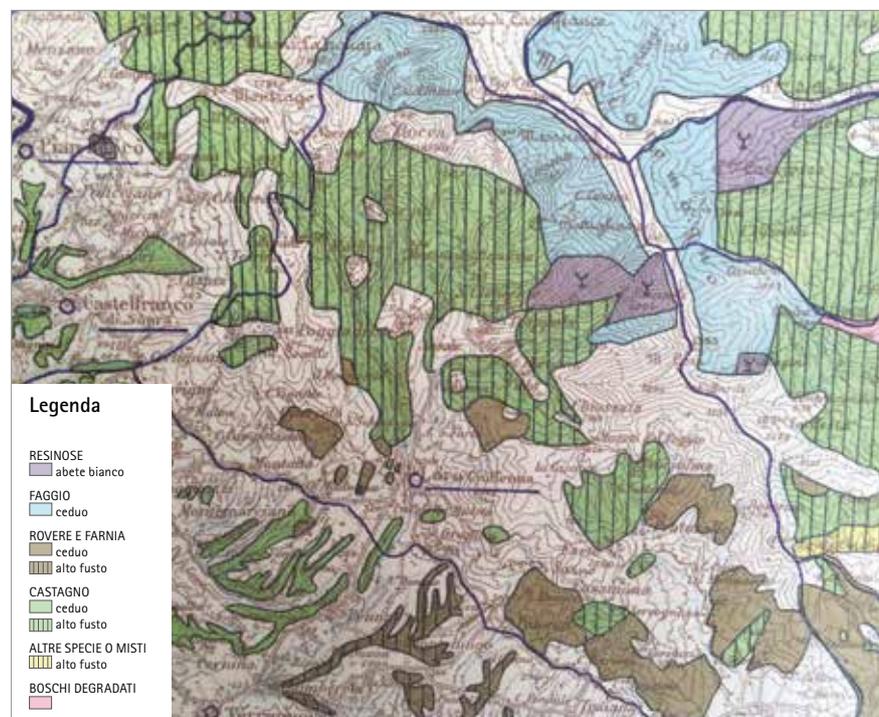


Figura 5.2 - Mapa Forestal de la Milicia 1936. Folio 114 (Arezzo). Escala 1:100.000 (detalle del original).

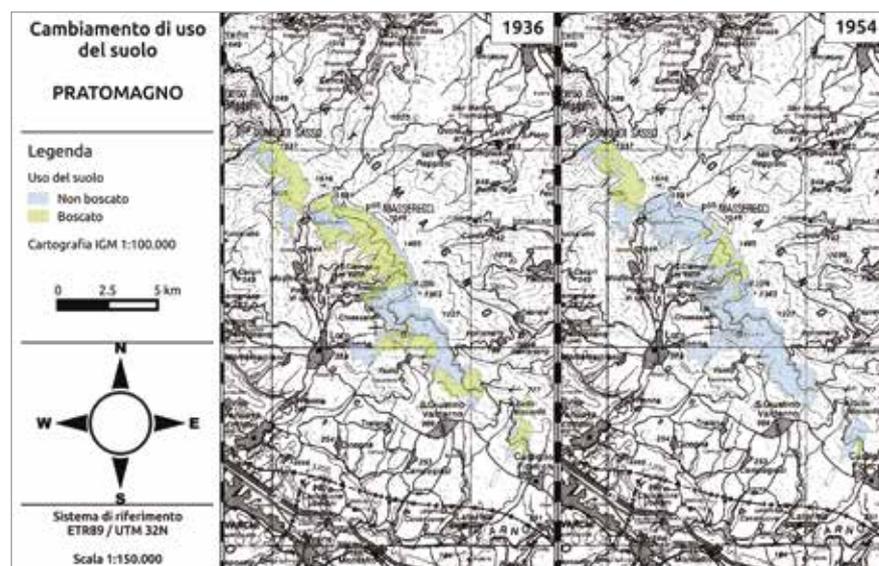


Figura 5.3 - Cambios de uso del suelo en el periodo 1936-1954.

Zona "sin bosque"	1936	1954	1978	2015
Área total (ha)	1.882,3	2.631,2	917,8	158,9
Perímetro total (m)	186.426	192.309	150.603	31.196
Área/perímetro (m)	101,0	136,8	60,9	50,9
Zona "bosque"				
Área total (ha)	1.429,3	679,3	2.396,0	3.151,7
Perímetro total (m)	149.303	41.959	212.059	181.601
Área/perímetro (m)	95,7	161,9	113,0	173,5

Tabla 5.1 - Análisis de los cambios en el uso del suelo entre 1936 y 2015.

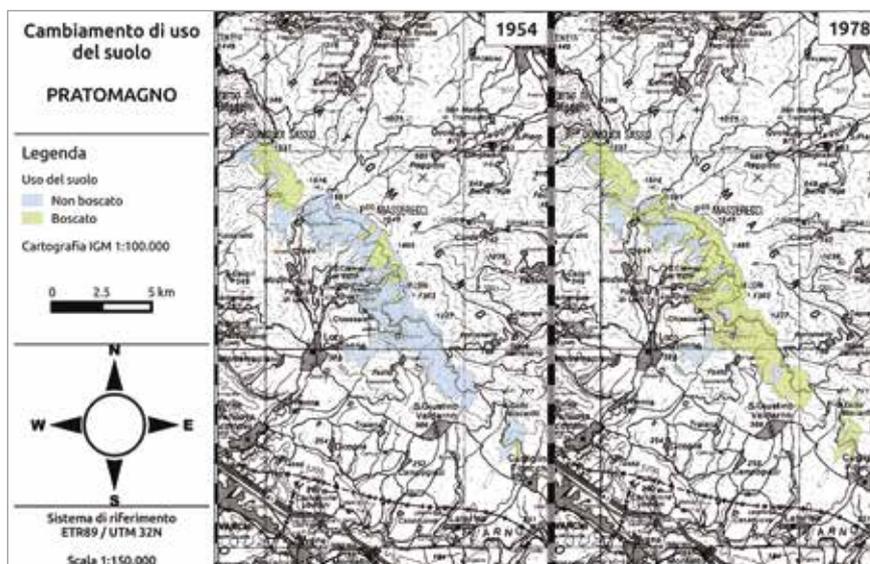


Figura 5.4 - Cambios en el uso del suelo en el periodo 1954-1978.

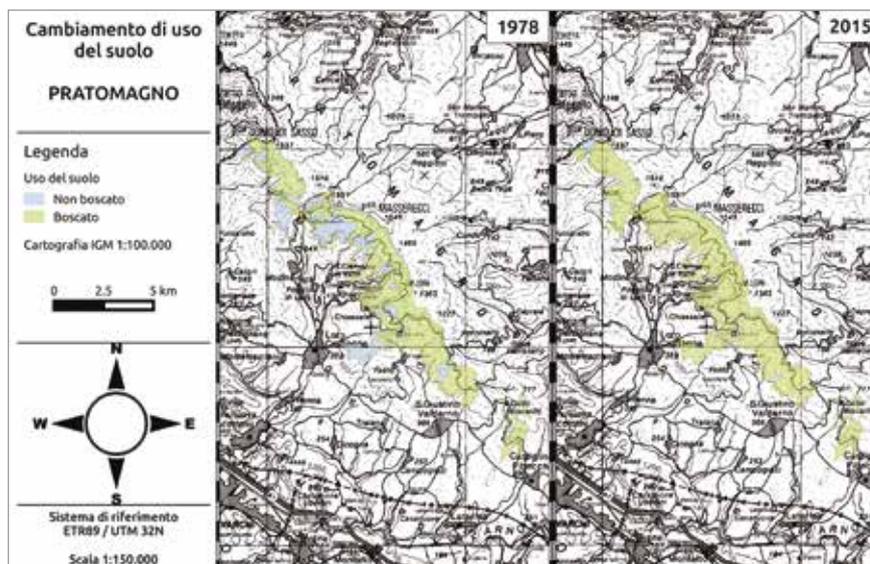


Figura 5.5 - Cambios en el uso del suelo en el periodo 1978-2015.

El análisis 1954-1978 demuestra el impacto de las repoblaciones sobre el uso del suelo del conjunto (Figura 5.4). La cubierta forestal después de la repoblación pasa del 20% al 72%. Es interesante como también la fragmentación de las teselas de uso del suelo sufren una fuerte disminución. La relación área/perímetro de las teselas de uso del suelo experimenta tal grado (Tabla 5.1). La disminución de este índice es un testimonio de un uso del suelo mayormente “monótono”: aumentando las superficies de las teselas individuales en detrimento de su número (expresada por la suma de los perímetros de las teselas).

Desde el 1978 hasta la actualidad se completan los trabajos de repoblación del distrito. Contemporáneamente, sobre todo en las cotas bajas, se nota una regeneración natural sobre todo como bosque mixto de robles y castaño en régimen de monte bajo. En el 2015 el porcentaje de cubierta del distrito es igual al 95% (Figura 5.5).

El uso del suelo referido a la áreas específicas de estudio del Proyecto muestra como en el 1954, la mayor parte de las parcelas de monitorización no tenían bosque. La repoblación se efectuó sobre un suelo cubierto por monte bajo degradado de haya solo en las parcelas de las cotas superiores (Figura 5.6). Hoy toda el área aparece cubierta por bosque (Figura 5.7).

5.2.2 La repoblación en Pratomagno

En el complejo de Pratomagno, las obras de repoblación se iniciaron en el 1954 y terminaron en los años 80. La inversión fue notable sobre todo en el sentido ecológico e hidrológico pero también económico. El terreno se preparó mediante agujeros, a una distancia de 2 m y con unas dimensiones de 40x40x50 cm y en terrazas de anchura igual a 80 cm con una profundidad de 50 cm allí donde la pendiente resultaba un obstáculo para la repoblación. No toda la superficie se repobló. Las áreas degradadas con bosque pero persistentes allí donde fue posible se mejoraron: monte bajo de roble turco, castañares, hayedos, etc.

La especie empleada en los primeros años de repoblación fue el Pino laricio (el 80%). El pino negral austriaco se usó en las zonas de escasa fertilidad (sobre todo praderas de cumbres).

Para el área ocupada por las parcelas de monitorización ha sido posible la consulta del



Foto 5.2 - El pino de Pino negral si no está sujeto a claras regulares presenta un sotobosque muy pobre.

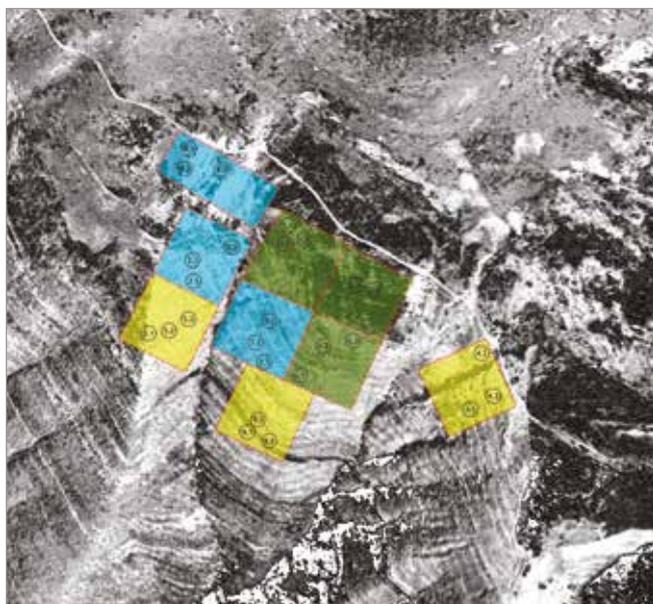


Figura 5.6 - Foto aérea vuelo 1954.



Figura 5.7 - Foto aérea vuelo 2015.

registro de los trabajos de repoblación:

ANGERILLI A., 1970 - *Comune di Loro Ciuffenna. Rimboschimenti eseguiti nei terreni de-ll'A.S.F.D. dall'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Arezzo. Documento su base catastale.*

Del documento se evidenció que en la zona en cuestión la repoblación se realizó en el bienio 1955-1957. Toda el área fue sujeta, antes de la siembra de las plantas, a trabajos de gradeos y realización de agujeros (bien visibles en la foto aérea del 1954).

En todas las parcelas la especie principal de repoblación fue el pino laricio. La especie asociada más usada fue el abeto blanco (normalmente en grupos de pocos centenares de metros cuadrados en las zonas orográficas más adecuadas) y, en las áreas más próximas a la cumbre también el haya. En pocos casos se plantó el arce blanco.

Un año después de la siembra se efectuó la reposición de marras, generalmente de pino laricio. Solo en pocos casos fue necesario una segunda reposición de marras 8 años después de la siembra y en este caso se usaron pino negral y carpe negro (*Ostrya carpinifolia*).

Diez años después de la siembra todas las áreas repobladas fueron objeto de una limpieza.

5.3 LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS POBLACIONES Y DE LAS CLARAS EN SelPiBioLife

El área de monitorización de Pratomagno se sitúa a una cota media de 1150 m.s.n.m, con una exposición principalmente sudoeste y una pendiente media del 40%.

El pinar tiene una edad media de 59 años.

Las características dendrométricas se describen de forma sintética en la Tabla 5.2.

Se trata de un pinar coetáneo básicamente de pino laricio, asociado localmente a grupos de abeto blanco (sobretudo en las cotas superiores del área) más grupos marginales de frondosas. La otras especies suponen un 13,8% en términos de área basimétrica del total (Figura 5.8).

Especie	Planta n ha ⁻¹	Diámetro medio de área basimétrica cm	Altura media m	Área basimétrica m ² ha ⁻¹	Lumen m ³ ha ⁻¹	Coefficiente de esbeltez HD
Pino negral	889	29,5	19,2	59,1	538,4	65,0
Otras	188	20,5	15,5	9,5	-	-
TOTAL	1.077	28,7	18,8	68,6	632,6	68,0

Tabella 5.2 - Principales parámetros dendrométricos de la población de estudios (valores medios de todas las parcelas).



Fustal de Pino negral en buenas condiciones de fertilidad. Es necesario una intervención a través de una clara para regular la excesiva densidad.

La densidad del pinar es excesiva para la edad de la masa respecto al modelo alsométrico, que prevería aproximadamente 800 plantas por hectárea. Las plantas de pino laricio de características medias tiene como coeficiente de esbeltez igual a 65, lo que significa un buen grado de estabilidad media de la población.

Las claras llevadas a cabo según los dos tipos de tratamientos previstos (clara por lo bajo y clara selectiva) se resumen a través de los principales parámetros dendrométricos relativos al pino laricio en la Tabla 5.3.

Antes del tratamiento las masas objeto de la intervención no presentaban diferencias significativas en los parámetros dendrométricos entre las parcelas de estudio.

Los dos tipos de claras cambian sensiblemente la estructura selvicultural del pinar. En particular, la clara selectiva a pesar de cortar un número menor de plantas respecto a la clara por lo bajo, actúa también sobre individuos de grandes dimensiones. El objetivo del tratamiento es liberar las candidatas de sus competidoras, para lo que también es necesario eliminar plantas del piso dominante y codominante (ver cap. 3.4).

Los porcentajes de muestreo en términos de área basimétrica y de volumen entre los dos tipos de claras dan fuertes diferencias (estadísticamente significativas) a favor de la clara selectiva. En particular las mayores dimensiones de las plantas utilizadas con el criterio selectivo garantizan una mayor diferenciación de los productos leñosos potencialmente aprovechables con este tipo de clara. Respecto al impacto sobre el piso de las copas, la clara clásica ha reducido la cubierta aproximadamente un 7% mientras que la selectiva o ha hecho en un 18%.

Los dos tipos de claras tienen efectos sobre la cubierta de las copas muy diferentes. Las Figuras 5.9 y 5.10 representan un ejemplo en una parcela de los efectos sobre la estructura



Con la clara selectiva se cortan las plantas competidoras de las candidatas creando una mayor irregularidad en la estructura horizontal y la apertura de huecos que llevan a un aumento de la biodiversidad a nivel del suelo.

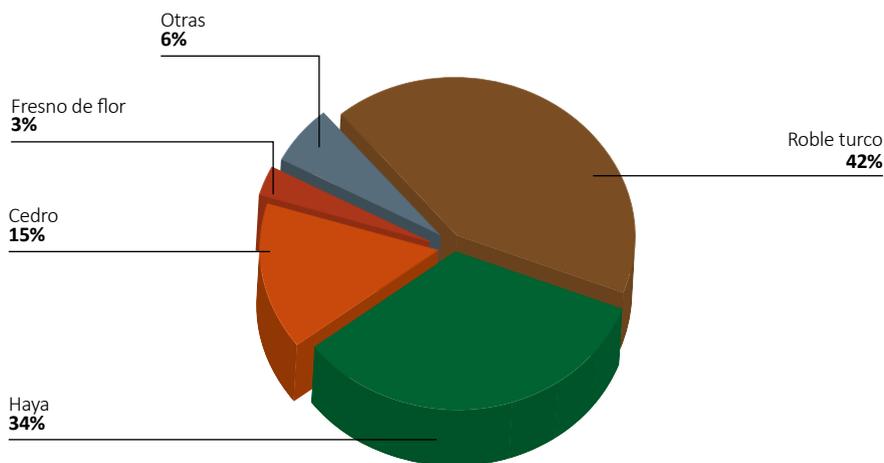


Figura 5.8 - Contribución porcentual en área basimétrica de las especies diferentes al pino y al abeto blanco.

	Antes de la clara					Después de la clara					Porcentaje de muestreo		
	N ha ⁻¹	G ha ⁻¹	V ha ⁻¹	dgm	Hm	N ha ⁻¹	G ha ⁻¹	V ha ⁻¹	dgm	Hm	N ha ⁻¹	G Ha ⁻¹	V ha ⁻¹
		m ²	m ³	cm	m		m ²	m ³	cm	m			
Clásico	1.085	72,6	722,3	29,3	19,1	695	56,1	582,9	32,1	19,9	35,9	22,6	19,3
Selectivo	1.056	66,6	586,6	28,6	18,9	731	47,0	412,6	28,6	19,0	30,8	29,4	29,7

Tabla 5.3 - Características dendrométricas de las claras.

horizontal después del tratamiento para los dos tipos de claras aplicadas.

En la Tabla 5.4 se presentan las características morfométricas de las plantas candidatas con la clara selectiva.

Las plantas candidatas están situadas entre ellas a una distancia regular aproximada de 10 metros. Todas son plantas que demuestran un vigor y una estabilidad particulares. Los parámetros diámetro medio, altura media son superiores a la media de la masa. El coeficiente de esbeltez es sin embargo inferior al medio de la masa y bastante por debajo del límite para la estabilidad mecánica del pino negral (ver cap. 3.3).

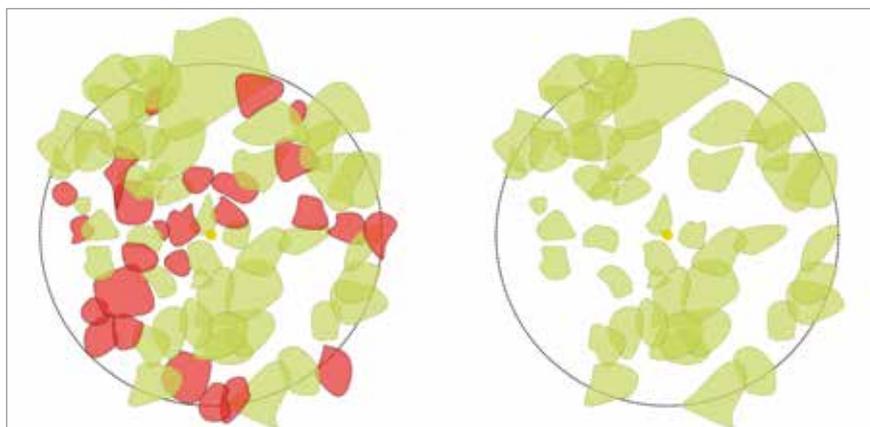


Figura 5.9 - Estructura horizontal del pinar antes y después de la clara por lo bajo.

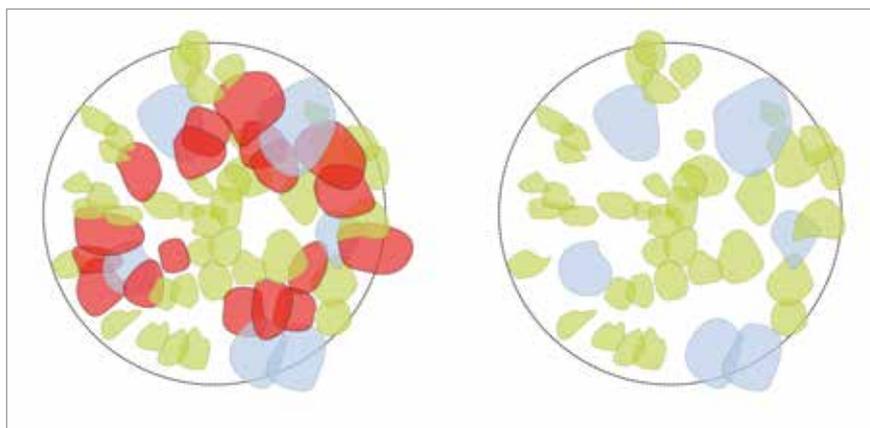


Figura 5.10 - Estructura horizontal del pinar antes y después de la clara selectiva.

Área de monitorización	Dbh 1,30m	H total	HD	Radio de copa	Distancia	N. competidoras	
1	39,3	21,7	55	2,89	8,33	4	MEDIA
	±5,2	±1,79	±6	±0,5	±4,09	±2	DESVIACIÓN
2	37,4	20,5	55	3,00	12,38	3	MEDIA
	±3,3	±1,14	±4	±0,48	±3,24	±1	DESVIACIÓN
6	38,9	20,5	53	2,89	10,44	3	MEDIA
	±3	±0,93	±2	±0,48	±2,76	±1	DESVIACIÓN

Tabella 5.4 - Clara selectiva. Características de las plantas candidatas.



Estructura del piso de copas después de la clara por lo bajo a intensidad moderada. La cubierta no sufre cambios sensibles después de la intervención.



Estructura del piso de copas después de la clara selectiva. Es evidente la apertura entorno a la candidata.

6

EL ÁREA DE ESTUDIO AMIATA

Paolo Cantiani, Maurizio Marchi, Manuela Plutino, Lorenzo Gardin, Pier Giuseppe Montini

6.1 ENCUADRE GEOGRÁFICO, GEOLÓGICO, LITOLÓGICO Y CLIMÁTICO

El área de estudio del Amiata se sitúa en el municipio de Castiglione d'Orcia (Siena), cerca de la localidad de Laghi en los alrededores de Vivo d'Orcia (Figura 6.1).

Buena parte del territorio de Municipio de Castiglione d'Orcia está constituido por una serie de formaciones geológicas arcillosas, entre las cuales está la Unidad de Arcillas a Palombini, litofacies calcareo-margosas, un complejo litológico formado por argilitas fusibles, argilitas limosas, argilitas margosas con intercalaciones esporádicas calcáreas. A veces estas intercalaciones se espesan y los elementos calcareo-margosos asumen colores más oscuros y alcanzan espesores mayores.

Tales litotipos forman morfologías constituidas por laderas largas, onduladas con pendientes de moderadas a fuertes, sujetas a erosión hídrica encañalada y a movimientos de tierras. Son frecuentes los fenómenos de inestabilidad, desprendimientos y desmontes.

El área de muestreo esta situada en una ladera larga y ondulada, expuestas a Nordeste, con una pendiente variable de débil a fuerte. No existen afloramientos rocosos, mientras que las pedregosidad de pequeñas dimensiones es común, escasa o ausente es la pedregosidad de medias y grandes dimensiones. No son evidentes fenómenos erosivos de significativa importancia.

Los suelos presentes en el área de muestreo son profundos, con un perfil O-A-Bw-(Bg)-C, bien dotados de sustancia orgánica en el horizonte superficial A, desde escasa presencia de guijarros en la superficie a abundantes en profundidad, con textura principalmente franco-limoso-arcilloso e arcilloso, desde poco a moderadamente calcáreos, débilmente alcalinos, con saturación de bases muy alta y desde bien drenados y mal drenados.

Respecto a la profundidad útil para las raíces de las plantas, los suelos muestreados resultan ser todos profundos (>100 cm) y secundariamente moderadamente profundos (entre 50 y 100 cm); muy localizados y ocasionales resultan los impedimentos a las raíces para profundizar debidos a la presencia de roca madre (bancos calcáreo-marogosos) en el perfil;



Las claras no tienen el objetivo de favorecer la renovación. Sin embargo la mayor entrada de luz al suelo determinan condiciones ecológicas que favorecen el nacimiento de plántulas. El análisis de la “prerrenovación” en el pinar puede aportar información útil sobre las dinámicas naturales futuras.

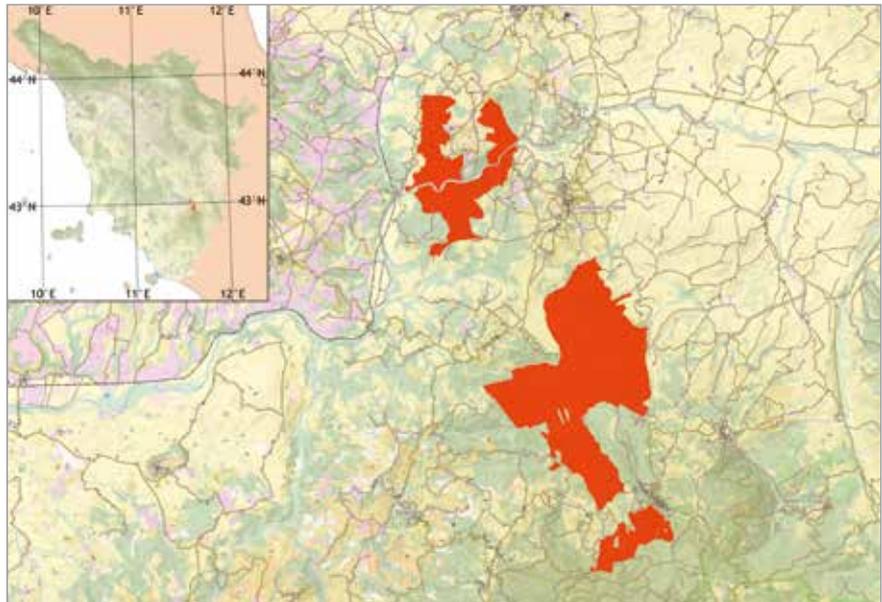


Figura 6.1 - El área de estudio Amiata

sin embargo están presentes suelos con cantidades de esqueleto de grandes dimensiones que constituyen una moderada limitación a la profundización de las raíces.

Respecto al clima, tomando las referencias de la estación meteorológica de Castiglione d’Orcia (516 m.s.n.m.), es cálido y templado. El invierno tiene mucha más pluviosidad que el verano. Según Köppen y Geiger el clima ha sido clasificado como Csb. Castiglione d’Orcia tiene una temperatura media de 12,5 °C y una pluviosidad media anual de 687 mm.

Julio es el mes más seco con 28 mm, mientras que Noviembre es el más lluvioso (media de 88 mm). Julio es el mes más cálido del año con una temperatura media de 21,7 °C y Enero es el más frío con una temperatura media de 4,5 °C.

6.2 CAMBIOS EN LOS USOS DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO AMIATA

6.2.1 Material y métodos

El área objeto del proyecto ha sido analizada inicialmente a través del mapa forestal de la milicia de 1936 (Figura 6.2). Sucesivamente se han efectuados los análisis de los cambios del uso del suelo a través de ortofotografía aérea del 1954, del 1978 y del 2015. El límite en la interpretación de los tipos de usos del suelo depende de la escala y a la imposibilidad de operar con el material de 1954.

Desde el punto de vista del análisis de los cambios en el tejido espacial de las componentes superficie forestal - superficie no forestal, los cambios en el mosaico paisajístico en el periodo considerado presentan diferencias mucho menos sensibles respecto a las encontradas en Pratomagno (Table 6.1). La verdadera diferencia está en la sustitución casi integral del tipo de masa forestal, tanto desde el punto de vista específico (de formaciones de frondosas a formaciones de coníferas) como desde el punto de vista del régimen de tratamiento (de monte bajo a monte alto).

El mapa forestal de 1936 muestra el área cubierta por zonas sin bosque (en general pastos intercalados con cultivos) y áreas ocupadas por montes bajos mixtos con mayoría de

robles (roble pubescente y roble turco).

En el periodo 1936-1954 se produce un incremento de la superficie forestal, (del 77 al 94% de la superficie total) con mucha probabilidad debido al abandono de las actividades agrícolas (Figura 6.3). Los bosques (sobre todo los montes bajos) aparecen con una cubierta incompleta. Se tratan de montes bajos doble uso de leña y pastos.

Desde 1954 hasta 1978 se produce una disminución de la superficie forestal (del 94 al 89% de la superficie total del área. (Figura 6.4).

Del 1978 al 2015 la superficie forestal aumenta de nuevo, sobre todo por los trabajos de repoblación llevados a cabo tanto en el monte bajo como en los terrenos desnudos (ex



Figura 6.2 - Mapa forestal de la Milicia Forestal 1936. Folio 129 Santa Fiora. Escala 1:100.000.

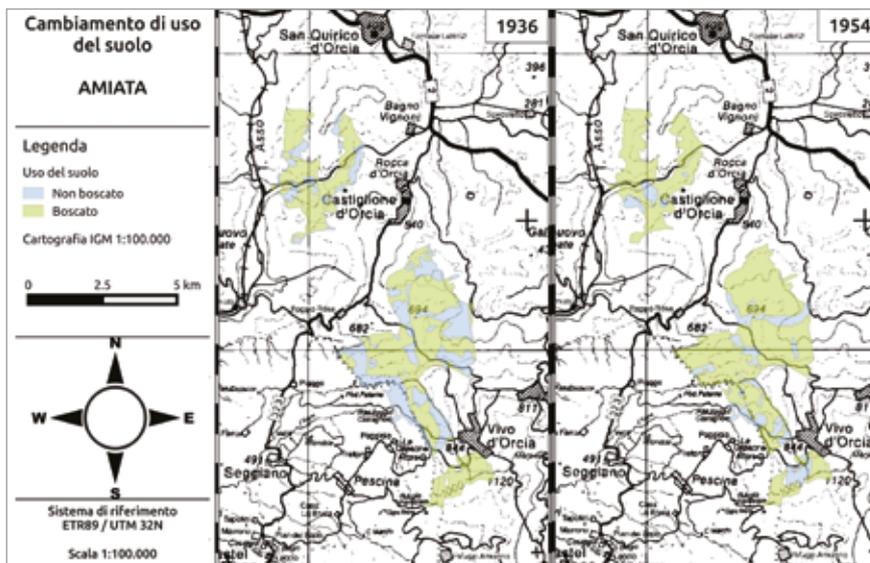


Figura 6.3 - Cambios en los usos del suelo en el periodo 1936 - 1954.

Zona "sin bosque"	1936	1954	1978	2015
Área total (ha)	710,4	366,9	459,9	276,4
Perímetro total (m)	84.861	51.253	89.297	38.733
Área/perímetro (m)	83,7	71,6	51,5	71,4
Zona "bosque"				
Área total (ha)	1499,9	1839,5	1759,1	1.930,1
Perímetro total (m)	123.898	94.148	120.727	85.731
Área/perímetro (m)	121,1	195,4	145,7	225,1

Tabla 6.1 - Análisis de los cambios de usos del suelo entre 1936 y 2016.

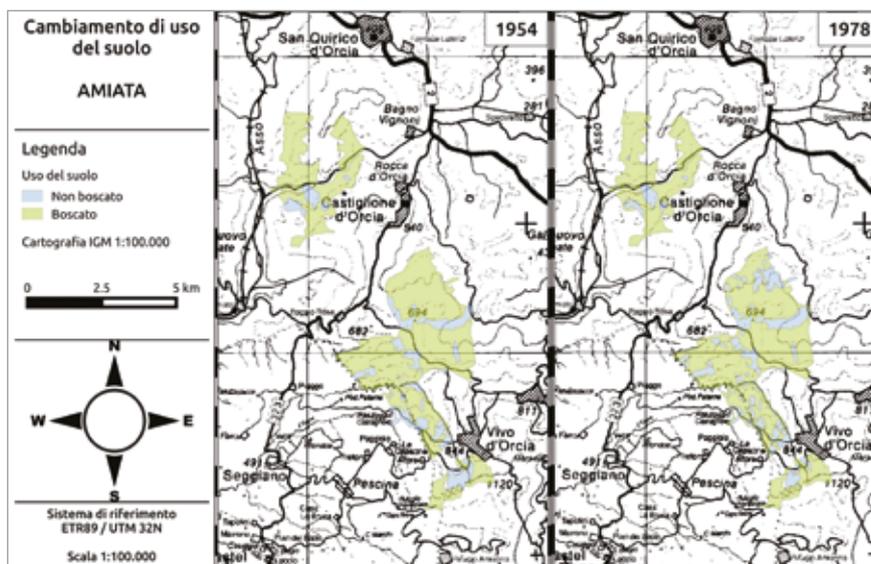


Figura 6.4 - Cambios en los usos del suelo en el periodo 1954 - 1978.

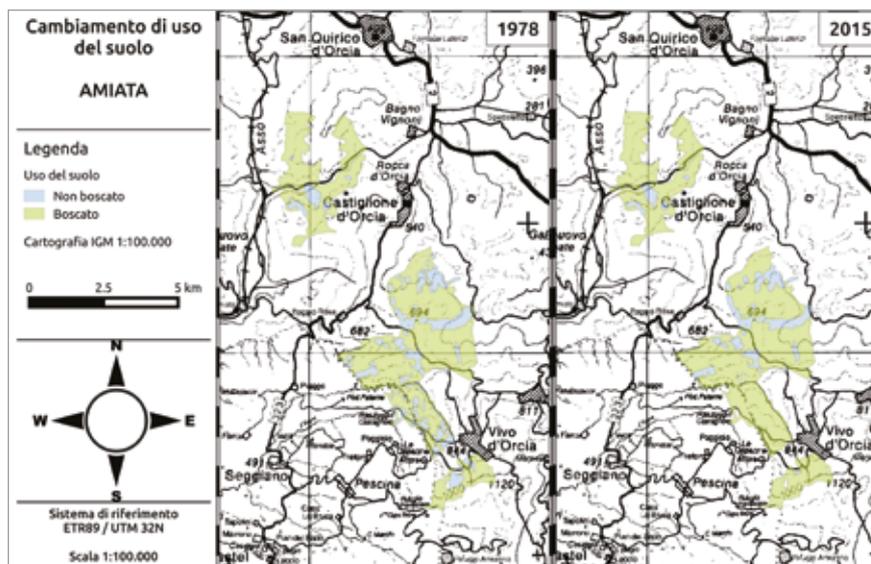


Figura 6.5 - Cambios en los usos del suelo en el periodo 1978 - 2015.

pastos y cultivos) (Figura 6.5). La repoblación tiene el efecto paisajístico de disminuir la fragmentación de las teselas (a nivel de las superficies forestales aumenta sensiblemente el índice área/perímetro)(Tabla 1).

Con respecto a la zona donde se ha instalado la monitorización del Proyecto, la tendencia de los cambios en los usos del suelo refleja lo mismo que en el resto del conjunto. La disminución entre bosque y superficie no forestal es particularmente evidente en el periodo pre-guerra y, obviamente el efecto de la repoblación nos lleva a la cubierta forestal total actual (Figuras 6.6, 6.7, 6.8).

6.2.2 La repoblación en Amiata

La historia de las repoblaciones en el Amiata están estrechamente relacionadas con las crisis minera de la zona. Una de las motivaciones más importantes que determinaron la repoblación fue invertir la desocupación laboral en masa debida a la crisis de la minería (GATTESCHI e FEDELI 1994). Desde los inicios de los años 50 (institución del Ispettorato di Piancastagno, 1952) hasta la mitad de los años 90 se repoblaron en las zonas limítrofes al Monte Amiata alrededor de 3.700 ha de coníferas. Antes de la Segunda Guerra Mundial (sobre todo entre 1922 y 1933) se repoblaron sobre todo con Pino negral y Abeto blanco alrededor de 1.000 ha con fondos para mejoras forestales o por iniciativa de las sociedades mineras.

En el 1952 se instituyó por parte del Ministero Agricoltura e Foreste el Ispettorato Distrettuale autónomo forestal de Piancastagno, que gestionó los fondos para los sucesivos trabajos de repoblación. Junto a los grandes trabajos de repoblación se realizó también algunos trabajos de repoblación que no siempre fueron racionales y coherentes.

En la práctica, las actividades dependían mucho de los fondos públicos, dándose en algunos casos que 600 operarios trabajaron simultáneamente en las repoblaciones y las obras hidrológicas.

El área objeto del proyecto, la propiedad “Madonna della Querce”, se pasó a ser en los años 60 propiedad de la Azienda di Stato per le foreste demaniali. La propiedad fue trasladada sucesivamente a la Región Toscana y ampliada hasta las actuales 2.177 ha. La gestión de las repoblaciones pasó sucesivamente a las nuevas Comunidades Montanas (Comunità Montane) mientras el Ispettorato se cerró definitivamente en el 1982. Desde entonces la gestión se ha centrado principalmente en el mantenimiento de los bosques existentes más que en la ampliación de la superficie forestal.



La rotura de la monotonía estructural de los pinares de Pino negral favorece un piso accesorio para especies en la dinámica de sucesión futura del bosque.

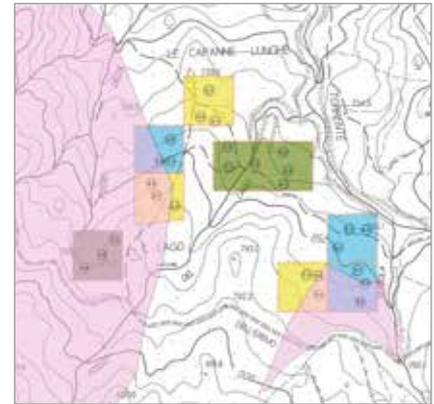


Figura 6.6 - 1936. Uso del suelo antes de la repoblación.

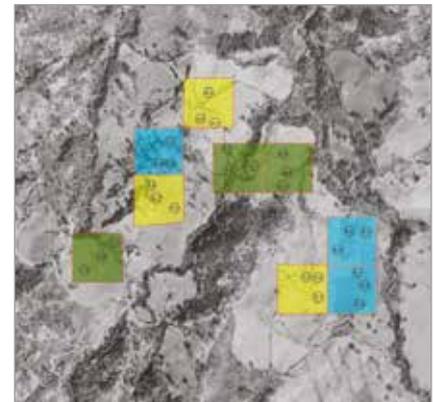


Figura 6.7 - 1954. Uso del suelo antes de la repoblación.



Figura 6.8 - Foto aérea del cielo de 2015.

6.3 LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS REPOBLACIONES Y DE LAS LAS CLARAS EN SelPiBioLife

El área de monitorización del Monte Amiata se sitúa a una cota de 780 m.s.n.m., con una exposición sudoeste y una pendiente media del 15%.

El pinar en el 2015 tenía una edad media de 44 años.

En la tabla 6.2 se muestran las principales características medias de la masa antes de los tratamientos.

El pinar es de segunda clase de fertilidad según el modelo alométrico del Pino negral de la Toscana. La composición específica es principalmente de Pino laricio con ejemplares dispersos de otras especies (sobre todo Roble turco) derivados de focos residuales de los precedentes usos del suelo (montes bajos degradados y pastos con robles aislados). En términos de porcentaje de área basimétrica las otras especies contribuyen a la composición específica menos del 3% del total. La diversidad específica de las especies esporádicas es mucho mayor en número de especies respecto a la masa de Pratomagno (Figura 6.9).

La densidad media del pinar es inferior a la de Pratomagno a pesar de que la edad del

Especie	Planta n ha ⁻¹	Diámetro medio de área basimétrica cm	Altura media m	Área basimétrica m ² ha ⁻¹	Volumen m ³ ha ⁻¹	Coefficiente de esbeltez HD
Pino negral	959	24,3	18,1	43,6	386,4	76,0
Otras	91	16,7	12,8	1,2	-	-
TOTAL	1.050	23,6	17,8	44,8	394,1	78,0

Tabla 6.2 - Principales parámetros dendrométricos de la población de estudios (valores medios de todas las parcelas).



Los años inmediatamente sucesivos a la clara suponen una drástica disminución de la flora del sotobosque por el impacto del desembosque. Sin embargo, el mayor aporte de luz que llega al suelo determina en pocos periodos vegetativos un incremento de la flora

pinar es menor. Probablemente algunos rodales del pinar han sido objeto en el pasado de ligeras claras por lo bajo. Las plantas de Pino laricio de características medias tienen un coeficiente de esbeltez igual a 75, valor superior al de Pratomagno, a pesar de ser bajo para el rango de estabilidad de la especie.

Las claras llevadas a cabo por los dos tipos de tratamientos previstos (clara por lo bajo y clara selectiva) se sintetizan según los principales parámetros dendrométricos relativos al pino laricio en la Tabla 6.3.

Antes del tratamiento, la masa no presentaban diferencias significativas en los parámetros dendrométricos entre las diferentes parcelas objeto de los dos tipos de claras.

Las características de las intervenciones respecto al área basimétrica y al volumen son iguales a las efectuadas en Pratomagno (ver cap.5). Vista la diversidad estructural entre las dos poblaciones muestreadas derivada por la diferente edad y por tanto la diferente estructura social de las plantas, existen diferencias entre las dos intervenciones entre las masas de las dos áreas en término de número de individuos cortados: en Amiata resulta mayor el número de competidoras eliminadas por cada candidata (Tabla 6.4) y en términos numéricos, en la clara selectiva, el aprovechamiento supera a la clara por lo bajo.

Después de la intervención la estructura de la masa entre las dos claras es diferente en todos los parámetros dendrométricos. La clara clásica ha cortado un 13% de la cubierta de copas mientras que la selectiva un 20%.

En las Figuras 6.10 y 6.11 se muestra la visualización de las variaciones en la estructura

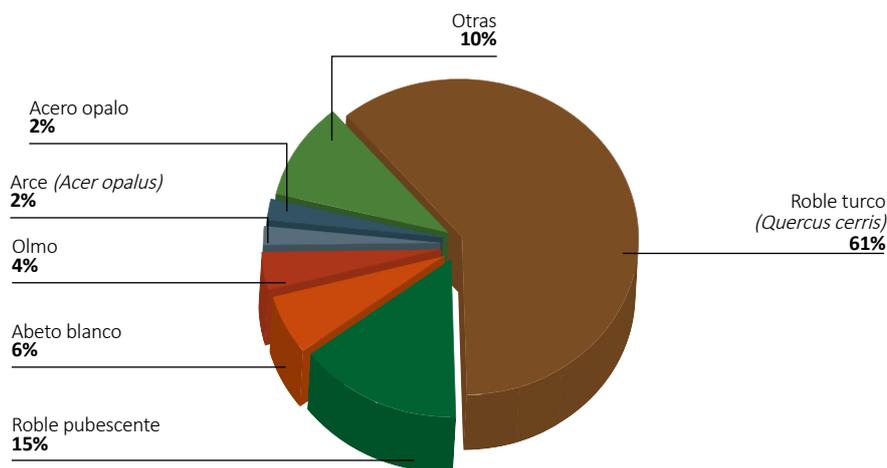


Figura 6.9 - Porcentaje en área basimétrica de las especies, diferentes al pino y del abeto blanco ¿?.

Agrupadas en Otras las especies cuya área basimétrica total es inferior a $0,1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (cerezo, pero, enebro, sauce, mostajo, aliso napolitano, aliso, Arce, Abeto de Douglas, manzano, fresno de flor, carpe, retama, majuelo y cornejo).

	Antes de la clara					Después de la clara					Porcentaje de muestreo		
	N ha ⁻¹	G ha ⁻¹	V ha ⁻¹	dgm	Hm	N ha ⁻¹	G ha ⁻¹	V ha ⁻¹	dgm	Hm	N ha ⁻¹	G ha ⁻¹	V ha ⁻¹
		m ²	m ³	cm	m		m ²	m ³	cm	m			
Clásico	971	42,3	357,6	23,7	17,9	675,7	34,0	290,8	25,3	18,3	30,4	19,7	18,7
Selectivo	971	47,4	446,4	24,9	18,2	638,3	32,3	309,2	25,4	18,4	34,3	31,9	30,7
Testigo	935	41,2	354,8	23,9	17,9	935,3	41,2	354,8	23,9	17,9			

Tabla 6.3 - Características dendrométricas de las claras.

horizontal antes y después de la clara en dos parcelas comparando los dos tipos de tratamientos llevados a cabo.

En la Tabla 6.4 se sintetizan los parámetros de las plantas candidatas en la clara selectiva. La distancia media entre las plantas es igual de 10,1 m. Las candidatas tienen todas una altura y diámetro superiores a los medios y coeficientes de esbeltez bajos (media 66,7) y una composición de la copa regular que garantiza su estabilidad mecánica.

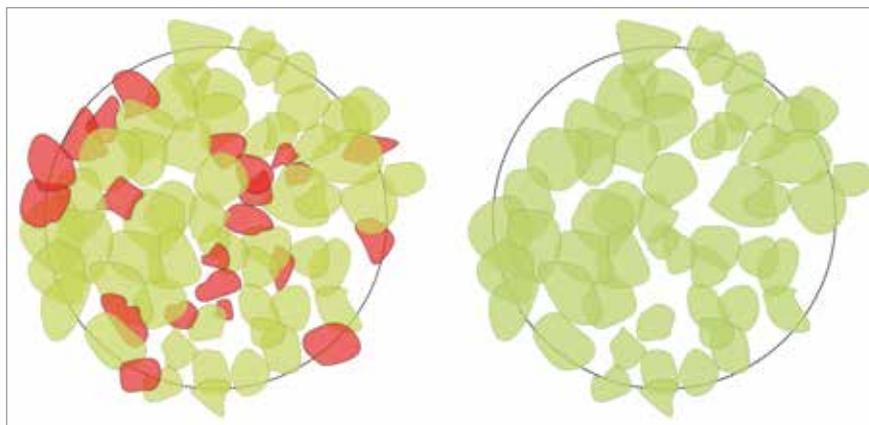


Figura 6.10 - Estructura horizontal del pinar antes y después de la clara por lo bajo.

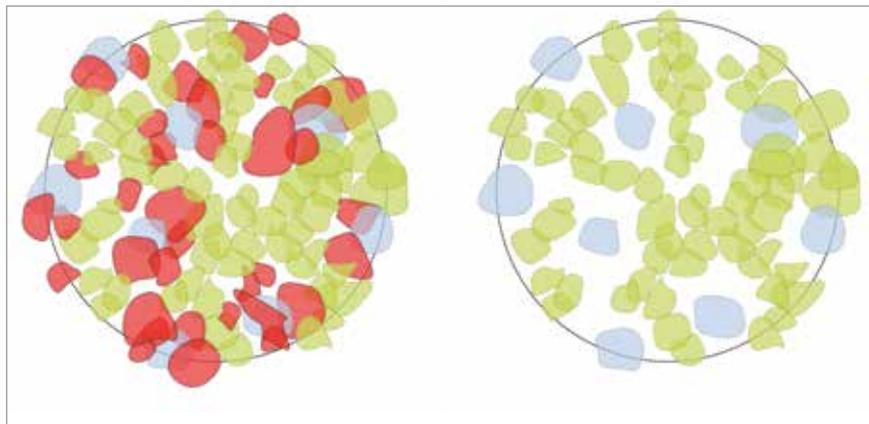


Figura 6.11 - Estructura horizontal del pinar antes y después de la clara selectiva.

Área de monitorización	Dbh 1,30m	H total	HD	Radio de copa	Distancia	N. competidoras	
1	30,1	20,6	69	2,59	11,55	4	MEDIA
	±3,3	±1,61	±7	±0,36	±1,65	±1	DESVIACIÓN
5	30,9	20,8	68	2,44	9,90	4	MEDIA
	±3	±1,51	±8	±0,92	±2,88	±1	DESVIACIÓN
6	32,6	20,2	63	2,60	9,01	4	MEDIA
	±7,5	±2,97	±6	±0,63	±2,83	±1	DESVIACIÓN

Tabla 6.4 - Clara selectiva. Características de las plantas candidatas.

CONCLUSIONES

Las claras son tratamientos selviculturales fundamentales en la gestión de las masas coetáneas.

Las expectativas de la clara se centran en la mejora del sistema del bosque y de sus diferentes funciones:

- la producción de madera, desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo;
- la protección hidrológica: una densidad menor determina un crecimiento de los ejemplares más armónico y por tanto un mejor fenotipo de las características mecánicas útiles a la resistencia a viento y otros agentes atmosféricos;
- mejora del uso del bosque para excursiones y turismo: el aumento de la luz en el suelo determina una mayor visibilidad que crea un ambiente más agradable y utilizable;
- la biodiversidad: los cambios microclimáticos en el suelo estimulan la diversidad del sistema en todas sus componentes.

Cualquier manipulación por parte del hombre sobre un bosque, a pesar de las expectativas positivas, supone también un disturbio. El abatimiento de algunas plantas de la masa puede suponer daños mecánicos a las plantas que quedan en pie; las actividades clásicas de desembosque, a pesar de que se lleve a cabo con maquinaria ligera, producen impactos a nivel del terreno (compactación del suelo, rodadas en el suelo, etc.)

El desembosque mediante arrastre de los fustes enteros también mecánicos a las plantas que permanecen (heridas, descortezamiento, etc). Ya se ha discutido sobre cómo la disminución de la densidad de las plantas determinada por la clara supone un periodo de algunos años inmediatamente después del tratamiento en el que la masa está debilitada desde el punto de vista de la estabilidad mecánica (cap. 3). Los efectos positivos generados por el mayor espacio disponible para las plantas se traducen en un estímulo del crecimiento de las copas y los fustes que en algunos años (es un periodo variable en función de la especie y del estado evolutivo en el que se trabaja al momento de la clara) aumentan el grado de estabilidad mecánica de la masa objeto del tratamiento.

Con el fin de que la clara sea eficaz para la mejora funcional de la masa hace falta que éste sea incisivo. En otras palabras, es necesario que los efectos positivos superen a los negativos debidos al disturbio. Es decir, las intervenciones selviculturales tienen que tener

características “culturales” efectivas, esto es ser realmente incisivas en las relaciones de competición de las plantas (en el espacio aéreo y en el suelo) modificando efectivamente de forma positiva el régimen microclimático en el bosque.

La gestión forestal de los últimos decenios se ha dirigido hacia una excesiva cautela en las actuaciones selviculturales. Esto ha llevado, en el caso específico de las claras en los fustales, a actuar casi exclusivamente en el piso dominado, siguiendo la lógica de “disturbar” lo menos posible el piso dominante de la masa. A menudo las normativas en materia de claras ponen como límite un porcentaje del número de plantas y prescriben de actuar por lo bajo o sea en el piso dominado. Los motivos de ésto se encuentran en la mayor facilidad del control del apeo y en el bajo impacto de la intervención. Sin embargo, como se ha visto en el cap. 2, en el caso de bosques con especies heliófilas (como los pinos) ésto no supone ningún beneficio sobre los fenómenos de competición entre las plantas y sobre los parámetros climáticos y fisiológicos. A menudo estas intervenciones no siguen la lógica de la mejora de las funciones productivas, protectivas, sociales y ecológicas, y sin embargo pueden suponer solo efectos negativos al sistema general del bosque.

Considerando también el hecho de que a menudo las claras en fustales escasamente productivas como las del pino negral representan un coste para el gestor, se sostiene que las intervenciones tengan la máxima eficacia posible para la mejora de todas las funciones del bosque, en la lógica de minimizar la relación coste/beneficio. En este sentido, aparte del tipo y la intensidad de la clara, el razonamiento se extiende también a las claras de todo el ciclo de vida de la masa. Podría ser oportuno, allí donde el orden estructural de la masa lo permita, de alargar los tiempos entre las claras efectuando las intervenciones con mayor incisión; de esta forma se garantizaría un menor gasto y un menor impacto total sobre el sistema (reducción del número de intervenciones).

La clara selectiva propuesta por el Proyecto SelPiBioLife es coherente con esta lógica. Los puntos cardinales de la modalidad de intervención son:

- la eficacia de la intervención en el aporte de estímulos al crecimiento efectivos y la mejora de la forma de los individuos candidatos (función protectora y productiva);
- la creación de un ambiente microclimático óptimo para el incremento de la biodiversidad vegetal y animal.

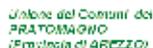
El método propuesto supone que el análisis de la masa sea más precisa respecto a lo necesario con la clásica clara por lo bajo. La elección de las plantas candidatas y de sus competidoras supone un mayor esfuerzo de razonamiento en la fase de señalización. Se trata por tanto de elecciones que imponen al selvicultor la aceptación de una efectiva responsabilidad.

Se sostiene que las simples y repetitivas reglas de razonamiento para llevar a cabo la señalización de la clara selectiva expuesta en el manual sean un soporte efectivo para el técnico selvicultor. El manual también representa un soporte para la fase de control a posteriori de la calidad de las elecciones en la señalización de las cortas.

Coordinador del Proyecto



Socios



www.selpibio.eu

