

## Two-stage sector sampling for estimating small woodlot attributes

Piermaria Corona, Lorenzo Fattorini, and Sara Franceschi

**Abstract:** A two-stage sampling strategy is proposed to assess small woodlots outside the forests scattered on extensive territories. The first stage is performed to select a sample of small woodlots using fixed-size sampling schemes, and the second stage is performed to sample trees within woodlots selected at first stage. Usually, fixed- or variable-area plots are adopted to sample trees. However, the use of plot sampling in small patches such as woodlots is likely to induce a relevant amount of bias owing to edge effects. In this framework, sector sampling proves to be particularly effective. The present paper investigates the statistical properties of two-stage sampling strategies for estimating forest attributes of woodlot populations when sector sampling is adopted at the second stage. A two-stage estimator of population totals is derived together with a conservative estimator of its sampling variance. By means of a simulation study, the performance of the proposed estimator is checked and compared with that achieved using traditional plot sampling with edge corrections. Simulation results prove the adequacy of sector sampling and provide some guidelines for the effective planning of the strategy. In some countries, the proposed strategy can be performed with few modifications within the framework of large-scale forest inventories.

**Résumé :** Une stratégie d'échantillonnage en deux étapes est proposée pour évaluer les petits boisés situés à l'écart des forêts et dispersés sur de vastes territoires. La première étape sert à sélectionner un échantillon de petits boisés en utilisant des plans d'échantillonnage à surface fixe tandis que la deuxième étape sert à échantillonner les arbres dans les boisés sélectionnés lors de la première étape. Habituellement, des placettes à surface fixe ou variable sont utilisées pour échantillonner les arbres. Cependant, l'utilisation de placettes dans de petits boisés est susceptible d'induire un biais appréciable dû à l'effet de bordure. Dans ce cas, l'échantillonnage par secteur se révèle particulièrement efficace. Le présent article étudie les propriétés statistiques des stratégies d'échantillonnage en deux étapes pour estimer les attributs forestiers de populations de boisés lorsque l'échantillonnage par secteur est utilisé lors de la deuxième étape. Un estimateur en deux étapes des totaux de population est dérivé avec un estimateur conservateur de sa variance d'échantillonnage. La performance de l'estimateur proposé est vérifiée et comparée par simulation avec celle obtenue par l'échantillonnage traditionnel accompagné d'une correction pour tenir compte de l'effet de bordure. Les résultats de la simulation démontrent que l'échantillonnage par secteur est adéquat et fournissent des lignes directrices pour la planification efficace de la stratégie d'échantillonnage. Dans certains pays, la stratégie proposée peut être réalisée avec peu de modifications dans le cadre de l'inventaire forestier à grande échelle.

[Traduit par la Rédaction]

### Introduction

Trees outside the forests (TOF) as in small woodlots, windbreaks, and hedgerows play a basic role in biodiversity conservation, protection of soil and water resources, contribution to scenic beauty, wind erosion mitigation, agricultural crop protection, provision of wood and nonwood products, and bioenergy and living space for animals and plants, as well as carbon storage functions (Bellefontaine et al. 2002). Nevertheless, TOF resources are still poorly defined by managers and mostly absent from official statistics and development policies (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2001). Currently, forest inventories must reflect a broader scope, including TOF resource assessments (Kleinn 2000, 2002). This paper focuses on surveying

small woodlots outside the forests scattered on extensive territories.

According to the definition by the FAO, TOF refer to “trees on land not defined as forest and other wooded land. Includes: trees on land that fulfills the requirements of forest and other wooded land except that the area is less than 0.5 ha.” In particular, according to the definition by the Italian National Forest Inventory (<http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp>), a small woodlot is “a group of trees on wooded land with an area larger than 0.05 ha and less than 0.5 ha and more than 20 m in width.”

The main objective of small woodlot inventories is the estimation of population parameters such as total wood volume or biomass. To reduce survey cost and time, small woodlot inventories performed over large scales should involve two

Received 18 April 2011. Accepted 22 June 2011. Published at [www.nrcresearchpress.com/cjfr](http://www.nrcresearchpress.com/cjfr) on 23 August 2011.

**P. Corona.** Dipartimento per l’Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università della Tuscia, via San Caucillo de Lellis, 01100 Viterbo, Italy.

**L. Fattorini and S. Franceschi.** Dipartimento di Economia Politica e Statistica, Università di Siena, Pza S. Francesco 8, 53100 Siena, Italy.

**Corresponding author:** Lorenzo Fattorini (e-mail: [fattorini@unisi.it](mailto:fattorini@unisi.it)).