

粮农组织
土壤文集

77

小农场的土壤管理和保持 —选择技术和设备的策略与方法



联合国
粮食及农业
组织



中国科学技术出版社

小农场的土壤管理和保持 —选择技术和设备的策略与方法

瓦尔德玛·赫斯理欧—迪弗瑞塔斯 著
(Valdermar Hercilio de Freitas)

王振江 译
华 格 校

粮农组织水土开发局土地和植物营养管理处
粮农组织农业支持系统局农业工程处
合作出版

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

粮农组织
土壤文集

77



联合国
粮食及农业
组 织

罗马, 2000 年

内容提要

本报告旨在为农业社区培养和扩大专业人员、推广员和领导者或先锋,向他们通报巴西圣卡塔琳娜州农业社区实行水土保持的经验和首创精神。在几个地区的首创精神、新发明和发展的基础上,该州不同地区在土壤管理方面都有广泛的改进,结合土壤资源的保持和改良,也导致较低的成本和较高的收入。主要的成功之处是实行免少耕作法、土壤覆盖层的管理和直播以及制造的设备,还有有效的和具有创造性的推广服务。尽管其他地方不能简单模仿这些发展模式,但这些方法和策略可以鼓舞其他人对其进行修改和改进,以便在他们自己的环境中应用。

本书原版为联合国粮农组织出版,原书名为: *Soil Management and Conservation for Small Farms: Strategies and Methods of Introduction, Technologies and Equipment*.

CPP/03/23

ISBN 92-5-504499-0

本书中所用名称及材料的编写方式并不意味着联合国粮农组织对于任何国家、领地、城市或地区或其当局的法律地位或对其边界的划分表示任何意见。

版权所有。为教育和非商业目的复制、传播本信息产品中的材料不必事先获得版权所有者的书面许可,只需充分说明来源即可。未经版权所有者事先许可,不得为销售或其它商业目的复制本信息产品中的材料。申请这种许可应致函联合国粮农组织新闻司出版及多媒体处处长,地址:意大利罗马 Viale delle Terme di Caracalla, 00100, E-mail: copyright@fao.org。

© 粮农组织 2000 年

中国农业科学院科技文献信息中心
根据其同联合国粮农组织协议出版

前 言

世界上许多地方都在努力改善农业社区的生活和工作条件。现在越来越清楚,农场主的积极性对这种努力获得成功是决定性的。

最初为葡萄牙文的这份报告,是打算在农业社区培养和扩大专业人员、推广员和领导者或先锋,向他们通报巴西圣卡塔琳娜州农业社区实行水土保持的经验和首创精神。在几个地区的首创精神、新发明和发展的基础上,该州不同地区在土壤管理方面都有广泛的改进,结合土壤资源的保持和改良,也导致较低的成本和较高的收入。

尽管其他地方不能简单模仿这些发展模式,但这些方法和策略可以鼓舞其他人对其进行修改和改进,以便在他们自己的环境中应用。

鸣 谢

Valdermar Hercilio de Freotas 撰写的这本出版物,是由 Ajali Barber 从葡萄牙文版本翻译并由 Robert Brinlman 和 R. Dudal 编辑的。除了在解说词中已说明的以外,所有照片都是作者提供的。插图由 Martina Zanetti 绘制。正文由 Lynette Chalk 编排,Chrissi Smith – Redfern 制备了摄影版本。

该出版物是由粮农组织水土开发局(AGL)土地和植物营养管理处(AGIL)的 Jose Benites 和粮农组织农业支持系统局(AGS)农业工程处(AGSE)的 Theodor Friedrich 策划的,他们也共同协调了本书的出版。

目 录

第一章 圣卡塔琳娜州:自然条件和组织	(1)
气候	(2)
土壤	(2)
生产	(3)
农场主组织	(3)
第二章 圣卡塔琳娜州农用土地的退化:过程和原因	(5)
殖民地化	(5)
农业方面的变化	(5)
不良的土壤管理	(5)
缺乏植被	(6)
砍伐森林和烧荒	(6)
传统的整地	(7)
收获后使土壤裸露	(8)
单作和牧场	(8)
第三章 土壤恢复、保持和管理:观念和过程	(9)
减少降雨碰撞的焦点	(9)
绿肥、覆盖作物和残茬覆盖	(10)
免少耕作法、直播和轮作	(10)
第四章 农村发展的历史和不断变化的观念	(13)
流域集水的焦点	(14)
土壤保持——农村发展计划的组成部分	(16)
推广服务的方法和宗旨的改变	(17)
土壤管理和农村发展过程	(19)
第五章 农村推广服务的工作体系和组织	(21)
动员和培训	(21)
制订计划和进行工作的方法	(22)
服务组织	(24)

第六章 圣卡塔琳娜州主要的土壤管理和保持活动	(27)
使用绿肥和覆盖作物	(27)
免少耕作法和直播	(28)
表面径流的控制	(32)
厩肥的管理和利用	(33)
水源的保护	(33)
道路的改直和改造	(35)
消除沟壑	(36)
林地开发	(36)
第七章 适合于小型农场免耕和免少耕作法的机具	(39)
农场主和小型企业家进行的开发和修改	(39)
免少耕作和直播中使用的改装过的小型拖拉机	(40)
畜力牵引的直播机	(43)
管理植被用的机械设备	(47)
用于覆盖生物体的切割机和砍割器	(47)
除草剂安全喷雾设备	(52)
参考文献	(57)
附录 圣卡塔琳娜州农场主采用的主要绿肥和覆盖作物种类	(59)

第一章 圣卡塔琳娜州:自然条件和组织

圣卡塔琳娜州位于巴西南部南纬 25 度和 29 度以及西经 48 度和 53 度之间,该州面积几乎达 1 000 万公顷,只占国土总面积的 1.1% (图 1)。本州人口为 450 万,其中大约有 30% 的人口居住在农村。



图 1 巴西圣卡塔琳娜州的位置

中央平原地区的海拔高度为 300 ~ 1 000 米,该平原作为新定居地是于 17 世纪和 18 世纪由来自圣保罗州和帕拉南州的家畜饲养者开始的,这些育种家在此投入大量财产,并实行粗放经营。欧洲殖民者于 19 世纪中叶进入巴西,并以利用家庭劳动和拥有大量作物和家畜的小型农场方式在沿海的狭长地带(海拔最高为 300 米)进行开发。

从 20 世纪初到大约 1960 年,来自南里奥格兰德州(Rio Grande do sul)的主要为意大利裔和德裔农场主定居在该地区的西部,他们占据了与河流成直角排列的大小为 25 公顷小块土地的玄武岩丘陵地区。目前,这里是主要的谷物生产集中区。这里的土地具有明显的坡度:41% 的面积坡度在 20% 到 45% (IBGE/DGC 和 SAA/DTRN, 1998)

大约 40% 的农场土地面积都不超过 10 公顷 (IBGE, 1998)。在巴西,这种小农场具有典型性,代表土地集中最低标准之一 (IBGE, 1998)。

气候

巴西南部的气候是湿润的亚热带气候,圣卡塔琳娜州季节性温差最大。夏季(12月21日到次年3月21日)炎热,1月份的特点是平均气温超过 22°C ,最高温度达 40°C 。中央平原地区夏季不太炎热。

冬季(7月21日到9月23日)凉爽,在明显的冬季期间,7月的特点是80%的国土范围内气温在 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 之间。5月份到8月份气温较低,可能会出现霜冻。在占国土面积3%的中央平原地区,冬季温度比较寒冷,气温低于 10°C ,降雪时有时降到 0°C 。圣卡塔琳娜州的沿海地区冬季气候比较温和。

圣卡塔琳娜州处于一个一年内强降雨分布比较均匀的地区。年平均降雨量为 $1\,220\sim 2\,280\text{ mm}$,没有典型的旱季。该地区易遭受极峰,极峰引起过多的降雨或者干旱期。



图版1 在圣卡塔琳娜州,82%的农场主都是土地所有者

土壤

圣卡塔琳娜州具有非常多样化和不均匀性的土壤。

由沉积岩(砂岩、分离的或混合的粉砂岩和页岩)形成的土壤具有不同的理化特性。大部分土壤为具有低盐基饱和作用、高铝饱和及磷有效性低的酸性土壤。栽培的作物一般有玉米、豆类、烟草、木薯、马铃薯和洋葱。高海拔地区的土壤可能有机质含量和酸度较高,可能与广泛的畜牧业和工业用林业有关。主要的代表性土纲是:雏形土和石质土以及至少还有强淋溶土(在巴西土壤分类中为灰化土)。

由喷出的火山岩(主要为玄武岩)形成的土壤为铁和铝的氧化物含量很高的重粘质土。当重粘质土出现在起伏平缓的景观时,其特征为高度风化。这些土壤通常为酸性,自然肥力低,但具有高的生产潜力。圣卡塔琳娜州主要的粮食生产,例如玉米、大豆、豆类和小麦,都集中在主要土壤为铁铝土和粘绵土(砖红壤和结构土壤;根据巴西土壤分类为紫色土结构)的这些地区。

出现在陡峭地形处由玄武岩发育成的土壤,通常具有良好的自然肥力,但土壤物理特性差,表明风化程度低。这些土壤为具有石质表面和石质剖面的浅土壤,其贮水量低。圣卡塔琳娜州的大多数小农场都位于这一地区,这些小农场都大量利用厩肥和绿肥、畜力牵引和家庭劳动力。主要的作物是玉米、豆类和烟草。该地区也是生猪和家禽的主要产地,在一些特定地方,柑橘、马铃薯、洋葱、苹果、葡萄、桃和其它水果的生产也是著名的。主要的土壤是雏形土和石质土。

沿海地区土壤是由喷出的火山岩(花岗岩)发育的土壤。这些地区冬季气候比较温暖,夏季温度较高。该地区土壤自然肥力较低,许多土壤主要是具有强质地梯度的石质土壤。这种石质性土壤再加上出现在坡度陡峭的地区,使得这些地区极易遭受侵蚀。这些地区最重要的产品是烟草、玉米和豆类。在不太适合耕作的地方,主要种植牧草和森林更新。土壤主要类型是强淋溶土(在巴西土壤分类中为灰化土)。

在大西洋沿岸地区由运积沉积物形成的土壤,包括由河流运积的沉积物形成的冲积土和直接由山地山坡形成的土壤。大多数土壤为酸性浅层土壤,并具有排水的问题。这些土壤通常用于种植灌溉水稻和牧场。在大多数条件好的地区,主要种植园艺作物。该地区主要的土壤是潜育土。沿海地区由海相沉积形成的土壤非常贫瘠,砂土的含量占70%以上。种植的作物有烟草、木薯、水果和蔬菜,经济林也在不断增加。这些地区主要是石英砂质土(砂土)。

生产

圣卡塔琳娜州尽管有前面提到的限制因素,且只占巴西国土面积的1.1%,但该州却是26个州中第5位最大的食品生产州。圣卡塔琳娜州:

- * 苹果和蜂蜜的生产占第一位
- * 大蒜生产占第二位
- * 洋葱、水稻和小麦生产占第三位
- * 豆类生产占第四位
- * 马铃薯生产占第四位
- * 玉米、香蕉、葡萄和牛奶生产占第六位
- * 番茄生产占第七位
- * 木薯和大豆生产占第九位

圣卡塔琳娜州耕地面积大约为200万公顷,其中玉米种植面积在100万公顷以上,玉米是440万头生猪的主要饲料(ICEPA, 1997)。猪产生的粪尿相当于4400万人所排泄的粪尿,在农村地区对地表水和人类食品污染造成很大的危险。

农场主组织

在圣卡塔琳娜州,农场主都参加不同的社会机构和以不同的方式组织起来。

微型集水委员会。每一个微型集水项目都成立了一个委员会,其目的是自我管理,人员完全由代表所有社区的农场主组成。委员会的其它目标是评估是否严格地应用了项目的效益,参加制订和监督道路改造工程,协调购买机械、设备和共用投入活动以及实施公共活动,例如粮食干燥机的操作。每一个委员会一般都有一套内部章程,其中有规定的选举代表的程序,代表任期两年。

农村发展市政委员会。实际上,圣卡塔琳娜州所有的市都有一个农村发展市政委员会,并有企业联合组织、合作社以及农村部门的领导参与。这些委员会一般由市农业秘书协调。该委员会的代表都必须来自所有城市社区的农场主,他们的基本任务是制订和实施市农村发展计划以及促进对农村环境活动感兴趣的公共和私人组织的合作。

农村企业联合组织。直到不久前,大多数圣卡塔琳娜州的企业联合组织仅仅起一种帮助的作用,主要是在卫生领域。然而,这种情况很快就变了,原因是农场主越来越意识到,没有代表制,在制订政府政策时农村部门就会受到歧视。州内农场主的代表机构是农业工人联合会(FETAESC)以及最近成立的圣卡塔琳娜州农业家庭工人联合会(FETRAFESC)。

生产者协会。这是该州被正式承认的农场主组织,协会会员不断增加,一般是在微型集水区或者社区级的农场主协会,即通常所说的居民协会。它们通常是为建设社区青贮窖、购买设备、销售产品、获得投入和其它类似的活动面组织起来的。一些地区还向这些协会委派了代表,在权力下放和将责任向收益人转移中管理这些协会的市农机中心。

农业和农村信用合作社。圣卡塔琳娜州的合作社体系是全国最强的一个体系。圣卡塔琳娜州

的合作社组织(OCESC)代表 67 个农业合作社和 4 个中心合作社。设在沙佩科(Chapeco)的西圣卡塔琳娜中心合作社有限公司(West Catarina Central Cooperative Ltd)拥有 6 个下属合作社,成员超过 4 600 个,结合经营肉品加工和生产动物日粮和精料,经营着一个猪禽冷藏设备。还有一个中心信用合作社,该中心信用合作社拥有 32 个附属合作社和另外两个销售牛奶的合作社。也有农业合作社协会(FECOAGRO),以便为市场营运和买卖提供资助。

农场主和私人部门之间结合方式。卡塔琳娜州农业模式的特征之一是私人部门(农产品加工业和合作社)和农场主之间的结合,主要是在生猪、家禽和烟草生产中的结合。在家畜生产中,农场主通常获得必要的投入以及技术帮助,而在家禽生产中,也向农场主提供一日龄雏鸡。根据与农场主之间的协议,只要农场主的产品数量和质量符合要求,就将其全部产品都交给与他有联系的农产品加工业和合作社。

烟草产品的情况也是一样。农场主获得生产所有必要的投入(例如肥料和杀虫剂)和免费技术帮助。但农场主须同意应用将把其产品出售的烟草公司推荐的技术。价格则根据产品质量分类。

第二章 圣卡塔琳娜州农用土地的退化:过程和原因

殖民地化

100年前,圣卡塔琳娜州85%的面积都被森林所覆盖。由于大部分肥沃土壤主要都位于西部地区的山坡,这些地区自然地成了农场主的定居地。圣卡塔琳娜州的许多农场主都来自欧洲,因而具有强烈的耕作传统。从移居殖民地开始,景观就慢慢发生了变化,在上个世纪50年代,随着家庭成员之间对农场再进行划分和将农场卖给新的移居者,这种变化变得更加明显。由于需要薪炭材和木材,家畜需要牧场以及家庭生活需要食品,小农场主开始砍伐大面积的森林,再加上木材公司不合理的采伐,导致原始土生植被大量受到损失。目前,该州只有29%的面积被原始或次生植被覆盖,人工造林面积仅占4%(SDM, 1977)。

农业方面的变化

继森林被大量采伐之后是火烧剩余的植被,以促进种植作物和牧草。开始时,作物用简单的工具种植,例如锄头,外源投入很少或没有,土壤扰动不大,生产成本不高,因而产量也低。

农村推广服务(Rural Extension Service)于1956年成立以后,小农场主学到了新的技术。在第一批拖拉机投入市场之前,畜力牵引代替了简单的工具,在上个世纪70年代,圣卡塔琳娜州引进所谓的“现代农业”,大量使用矿质肥料、有毒的杀虫剂以及重型机械和设备,例如拖拉机、圆盘犁和圆盘耙,这些机械也促进了农田退化。然而,一些农场主在采用这种新技术后,使玉米的产量提高到7.2~7.8吨/公顷。



图版2 圣卡塔琳娜州29%的面积被原始或次生植被覆盖,人工造林面积为4%

与此同时,以猪肉和禽肉为主的肉类农产品加工业在政府给予津贴的情况下引进该州,以后又通过合作社得到很大发展,这在一些地方导致巨大的社会、经济和环境变化。这些农产品加工业的发展,再加上烟草公司的建立,对小农场主种植的作物类型具有很大影响,特别是对于种植玉米,玉米和大豆、豆类以及烟草形成所谓的经济作物,主要是在春季和夏季种植(9月至次年3月)。从秋末到春初,除了少量小麦作物覆盖外,由于缺少适合的作物,土壤通常是裸露的。这就加重了土地退化。

不良的土壤管理

农业的现代化和欧洲移民栽培作物的传统对于推动常用的整地方法具有很大的影响。集约化使用圆盘犁和圆盘耙,由于对土壤团粒的粉碎作用和空隙减少导致渗入减少和增加径流,从而破坏

了土壤性质。同时,采用的耕作制度是单作制,最好也只不过是小麦和大豆连作。燃烧作物残茬也是很普遍的,燃烧的作物残茬有时混入土壤。这些有害的栽培方法降低了作物的生产力和导致侵蚀加速,从而促进和加重了农用土地的退化。生产通常通过增加矿质肥料的使用量才能够维持。

Mielniczuk 和 Schneider (1983) 对这种过程假设为如图 2 所示的三个阶段。在阶段 1,最初土壤良好的特征(有机质和土壤结构)被逐步破坏。土地的使用者并没有发现这种现象,因为通过施用肥料而维持了生产,所以侵蚀仍保持在可以容许的水平。

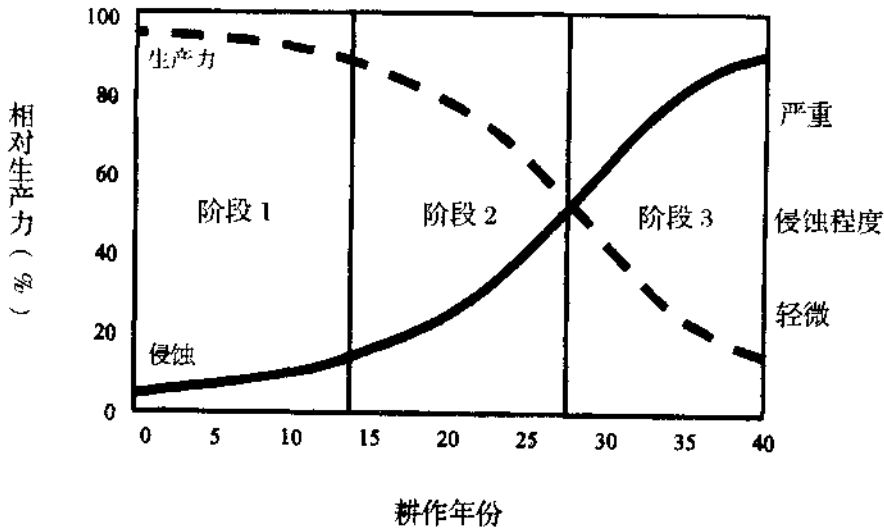


图 2 农用土地退化的阶段

在第二阶段,土壤有机质下降,土壤成为无结构土壤。大量使用农具导致耕作层下紧实,因而妨碍水分渗透和根的穿透,因侵蚀而加速土壤和养分流失,从而严重降低生产力。由于植物生长条件对植物不利,因而施用肥料和进行土壤改良的效果不大。在第三阶段,土壤侵蚀非常强烈,农场主因土壤生产力降低和操作机械的困难而开始放弃这些土地。土壤达到第三阶段的时间取决于不良管理措施的强度、坡度和土壤结构。通常在第二阶段和在第三阶段会出现社会问题和经济问题。

缺乏植被

不完全的土壤覆盖层是由于植物地上部分数量不足、燃烧、移走或混合进土壤的结果,例如将绿肥混入土壤、保持土壤无草休闲或者保持少量植物群休。这些在圣卡塔琳娜州通常采用的习惯做法将土壤团聚体暴露在高动能雨滴的直接作用下,同时又促进空隙的丧失(或者土壤结构的损失)和在土壤表面形成大约 1mm 厚的结皮,从而大大降低了水分的渗入,并使表面径流增加。

缺乏土壤植被是传统的习惯做法的结果,例如砍伐森林、烧荒、收获后使土壤裸露、引种牧草、将植物残休、绿肥和覆盖作物混入土壤、传统整地方法以及单作。

砍伐森林和烧荒

森林覆盖的损失使土壤失去防止阳光辐射和受雨滴直接影响的自然保护。渗入土壤的水量减少,同时地而径流增加,土壤有机质含量也减少。这些因素再加上在陡坡上种植、某些土壤对侵蚀

的自然敏感性以及整地与侵蚀性降雨时间巧合,都加速了侵蚀过程,因而也加重了土地退化。

当烧荒毁坏树木时,也损坏了植物区系和动物区系,同时也影响水分有效性,例如泉水。农民燃烧植物残体时问题也不小。通过植物残体,营养在自然界发生循环。植物残体积累在土表,并释放出养分被植物吸收(养分为钾的情况下),或者首先与有机质结合(养分为磷、氮和硫的情况下),然后被植物间接吸收。采用燃烧的方法,这些养分几乎完全损失。烧荒导致的另一个问题是无法向土壤提供新鲜有机质(秸秆)。烧荒再加上传统的整地方法(耕地和耙地)以及湿热的变化,导致加速土壤有机质的矿化作用和减少,从而引起对土壤物理、化学和生物学性质的不利影响。

焚烧作物残体使土壤遭受侵蚀,同时取消了微生物生存的主要能源。尽管在燃烧残茬附近的土壤温度要高于 200°C ,但土壤微生物群体相对来说受影响不大。然而,栖息在表土层中的中型动物区系和大型动物区系群体(蠕虫,昆虫)则被完全消灭,之后则导致危害作物的害虫(导致传染病和病害)与其天敌之间失去平衡。由于秸秆燃烧时只有短暂时间,水分蒸发使土壤保持较低的温度。因此,土壤微生物群体没有明显的变化,减少的数量不太显著,因为群体密度很快恢复到原来的水平。观察到微生物活性的变化最大,在燃烧非常轻微的地方,显然对微生物活性有促进作用。燃烧对微生物活性最初的促进因素与部分燃烧的残体最大的矿化作用速度以及被消灭的微生物群体有关。



图版3 砍伐森林和烧荒——农用地退化的原因

传统的整地

普遍采用的耕地和耙地的方法起源于祖籍欧洲的农场主的耕作方法以及接受的专家的培训。这些出生于较寒冷气候地区的农场主,采用了他们传统的土壤管理体系。另外,对巴西大学学生在农学方面进行的培训是基于从与巴西的条件非常不同的国家得到的知识,缺乏对土壤管理的研究,没有觉察到土地退化的问题,制定了鼓励发展农业依靠机械和化学工业的政策。在这些条件下,建议和采用使土壤缺乏植被的耕作体系,并在季节之初对种床疏松和很好进行粉碎是很自然的。

与此同时,对土壤管理的调查研究集中在控制侵蚀的方法,对这些整地方法的负面影响以及在圣卡塔琳娜州的特定条件下对土壤物理、化学和生物学特征方面影响的资料很少。以后在巴西进行的调查,特别是在圣卡塔琳娜州进行的调查证明,机械的通道以及在同一深度和在土壤含水量高期间连续使用犁和耙,在 $20\sim 25\text{ cm}$ 或者 $10\sim 12\text{ cm}$ 深处会产生统称为犁底磐或耙底磐的心土层。这些心土层对植物根系的发育,氧的有效性和土壤水运动具有破坏性的影响。其后果是灾难性的。水分渗入量急剧减少,同时表面径流、土壤、养分、有机质、钙和种子损失增加。微生物活性也受到不利影响。

收获后使土壤裸露

不久以前,农场主在连续的夏收作物(例如冬季)之间使土壤裸露是普遍的,这是由于除了小麦之外缺乏一种能够获得经济收益的作物和采用传统的整地方法,这种方法不一定要将秸秆和其它植物残体留在地表。由于采用耕地和耙地的方法,土地常保持没有任何类型的植被,包括自发生长的植被,因而土壤直接受雨滴和阳光照射的直接影响。另外,根系类型的变化只局限在夏收作物,向土壤添加有机质实际上被排除了。



图版4 耕翻后接着进行耙地,再加上雨滴对裸露土壤的直接影响,是农用地退化的重要原因

不焚烧玉米、豆类、大豆和小麦残余物的,农场主用犁或者耙将这些残余物混入土壤。当由于石油危机而重新利用绿肥时,这反映在通常所说的“现代投入”的投入价格上,另外还由于侵蚀问题和发现侵蚀的结果将影响生产力,因此农场主继续将生产的所有生物质混入土壤。在某些时候继续采用这种耕作方法,这是由于人们普遍认为,甚至科技界也认为,将生物质混入土壤能为下茬作物释放出大量养分(主要是氮)。在圣卡塔琳娜州,将主要在冬季两茬作物之间生产的生物质混入土壤,这样使土壤裸露和加速了土地退化过程,因为在此期间常发生具有高度侵蚀性的暴雨。

单作和牧场

在圣卡塔琳娜州,农场主在同一块地上连续多年种植相同的作物是常见的,特别是经济作物。实际上,对这种做法异议不多,因为玉米和养猪生产之间具有密切关系,玉米的种植面积占该州所有作物栽培面积的一半以上。然而,小农场主仍选择了种植烟草和豆类。冬季或者是还未种植小麦时两茬作物之间,土地保持裸露或者通常是低密度植物自发生长的休闲。因此,这些种植制度使根系类型改变和穿透深度的机会很少,从而妨碍土壤通气性,影响微生物生命,有利于病虫害,导致更多地使用农药。

在管理不善的牧场,例如载畜量过多,牧草质量差,连续放牧以及通常位于陡坡上和比农作物更高的海拔地区,如果土壤未加适当保护,雨水大量损失,流过下面的农田,就会导致严重侵蚀。

第三章 土壤恢复、保持和管理:观念和过程

在圣卡塔琳娜州和该国其它地方进行的研究表明,雨滴对裸露土壤的直接碰撞占水蚀的95%。雨滴的动能分散开土壤颗粒,这是侵蚀过程的第一阶段。

之后,流向坡下的径流水促使分散土壤颗粒的搬运。这是侵蚀过程的第二阶段——雨滴碰撞分散土粒的搬运。搬运的物质最终沉积在土地的最低点、道路或者河流中。这是侵蚀过程的最后阶段,统称为沉积作用。可以得出的结论是,只有当外部因素促进土壤分散时才发生侵蚀过程。

因此,为了将土壤损失维持在可容许的范围,与自然界发生的土壤损失类似,例如在森林中的损失,不论是在何种情况下以及是何种农业活动,农场主都应使土壤扰动达到最小。然而,历史表明,圣卡塔琳娜州的农场主采取的做法却不是这样。长期以来,主要的观念是在无覆盖的粉碎土壤上制备良好的苗床,以便进行播种。采用这种方法,在许多农场,通过人类自己与环境的相互作用,过去及现在仍然继续造成土壤分散。

自然物理因素,例如坡度、石质度、土壤深度、排水和侵蚀敏感性可能有利于土壤侵蚀,但不是引起土壤侵蚀的主要因素。当首次开始感到问题严重时,即侵蚀过程的搬运阶段,田间的活动主要集中在利用机械方法控制径流,例如建造梯田。从另一方面来说,研究寻找另外的解决问题的方法,但不了解土地破坏的原因已超出了侵蚀问题。人类管理土地的方式导致物理、化学和生物土壤破坏作用。经过很长时间以后,科学界才了解这些基本的观念,使得加速的农场土地破坏作用继续发展。

随着研究的深入,科学家进一步证实,侵蚀问题是由于梯田埂之间土地管理方法造成的问题。即使梯田建造的很好,由于过多的土壤扰动和紧实,雨水的渗入量也减少。灾难是明显的,作为解决这些问题的技术,即建造梯田,甚至更加重了问题的严重性。不难想象,在洪流冲击下梯田是如何被毁坏的。

减少降雨碰撞的焦点

这些问题和已经介绍过的其它因素使得施用绿肥的古老方法重新获得了新生。首先,在防止侵蚀这一明确目标下,以后逐步发展成为可以定义为良好的土壤管理。比利用物理障碍物控制径流更重要,种植绿肥土壤侵蚀只有5%,研究表明,理想的解决方法是使土壤尽可能长久地覆盖着生长的植物或者作物残茬。通过防止因雨滴碰撞造成的土壤颗粒的分散作用(雨滴碰撞造成的侵蚀占总侵蚀量的95%),将使土壤损失得到防止,同时,土壤可以在类似森林条件下进行耕作。

然而,问题并没有完全解决。开始,对绿肥品种几乎没有选择,对绿肥的了解有限,特别是在圣卡塔琳娜州的条件下,对绿肥的了解不多。另外,直到不久以前,普遍的观念是绿肥应混入土壤,向



图版5 雨滴碰撞对裸露土壤的影响。
雨滴碰撞使土壤团聚体受到破坏,径流搬运分散的土粒

土壤提供养分,特别是种植豆科植物能提供氮。随着绿肥利用的增加,在整地方面,促使更多地利用包括通过一次或多次耕翻和经过两次或多次耙对整个土表进行耕作把绿肥或作物残茬混入土壤的传统方法的其它因素是:

- * 农场主拥有传统的整地农具,例如犁和耙
- * 曾经广泛使用过的整套技术的性质,机械和化学工业现在仍继续推广这些技术
- * 缺乏适合于水土保持整地体系的机械,特别是缺乏适合于小农场主的机械
- * 大企业家缺乏向这方面投资的兴趣

值得庆幸的是,这种情况已逐步改变,除了研究绿肥以外,研究服务已开始寻找其它可选择的方法。

绿肥、覆盖作物和残茬覆盖

有关绿肥的传统观念包括通过翻耕或者耙地将未分解的植被混入土壤,以提高土壤肥力和作物产量。

如果将生物质全部或部分混入土壤,不可能全年都保持土壤覆盖。另外,由于在整地期间常发生侵蚀性降雨,土壤尽可能少地受到扰动是很重要的,这样就能使大量的植被保留在上表。

目前施用绿肥或者使用覆盖作物的观念是要尽可能长时间地保留活地被物或者死地被物,其目的是保护土壤不受雨滴、过度分散和风力作用的直接影响以及保持和改善土壤物理、生物和化学特性。

伴随着这种观念的是新的整地体系的出现,它是从温暖气候地区引进的,用于替代传统方法。

免少耕作法、直播和轮作

在小型耕作地区,免少耕作法是指在整地和作物管理中,采用大田作业次数最少的一种体系。根据要播种的作物,将要扰动的土壤区域限制在一个宽度大约为 10~50 cm 的窄条带。在这个条带,部分植被混入土壤,60%~80%的土表受到保护,使之免于受到雨滴撞击和太阳照射。直播包括不用传统的农具(如犁)对土壤进行耕翻或土壤扰动。

这些技术在圣卡塔琳娜州已广泛应用。在 1994~1997 年间,采用水土保持耕作制的土地面积增加了 5.5 倍,从 124 000 公顷增加到 685 000 公顷,表明为在圣卡塔琳娜州推广这种技术而采用的策略是有效的。



图版 6 恢复应用绿肥或覆盖作物这种古老技术成为退化土壤得到恢复的基础



图版 7 免少耕作法