

Research Achievements in Relation to Maize (*Zea mays* L.) Crop Production and Productivity in Ethiopia: A Systematic Review

Dessalegn Ayana

Department of Plant Science, College of Agriculture and Natural Resources, Assosa University, Assosa, Ethiopia

Abstract

Despite the conducting much number of maize researches in different centers a little change on production and productivity in Ethiopia. Hence this review aimed to indicate how a maize production and productivity have been developed and used to inform that food security concern body of the country. The author researched for different papers reporting maize production achievements, databases of peer review journal articles, scholar Google and other web sites. A total of 70 papers were reviewed from which 20 papers are included and from this 51.2% describe about maize production, 34.6% describe about productivity of a crop per area and 14.2% describe about deficiency of agricultural input utilization by local farmers. The use of new crop variety and artificial fertilizers is relatively a wide spread throughout the country. However, practical application on small holder's field has less technical support and comparatively traditional way of crop managements have been involved. Most of the research findings, particularly those from agronomic practices, indicated that Maize has wide flexibility that is suitable for production.

Keywords

research achievements; maize; production and productivity

埃塞俄比亚与玉米 (*Zea mays* L.) 作物生产和生产力相关的研究成果：系统综述

Dessalegn Ayana

Department of Plant Science, College of Agriculture and Natural Resources, Assosa University, Assosa, Ethiopia

摘 要

尽管在不同的中心进行了大量的玉米研究，但埃塞俄比亚的生产和却生产力略有变化。因此，本次综述旨在说明如何发展玉米生产和生产力，并将其用于通知该国粮食安全有关的机构。笔者研究了不同的报告玉米生产成果的论文、同行评审期刊文章数据库、学者谷歌和其他网站。共回顾了70篇论文，其中包括20篇论文，其中51.2%描述了玉米生产，34.6%描述了作物单位面积的生产力，14.2%描述了当地农民对农业投入利用的不足。农作物新品种和化肥的使用在全国范围内较为广泛。然而，在小农领域的实际应用，技术支持较少，涉及相对传统的作物管理方式。大多数研究结果，特别是那些来自农艺实践的研究结果，表明玉米具有广泛的灵活性，适合生产。

关键词

研究成果；玉米；生产和生产力

1 引言

玉米 (*Zea mays* L.) 是世界上最重要的谷类作物之一。在谷物中仅次于小麦和大米，居第三位^[1]。根据粮农组织统计数据^[2]，2012和2013年全球1.354亿hm²的玉米产量为6.907亿吨，每公顷产量超过5.1吨。玉米也是非洲东部和南部的

重要谷类作物，占全年粮食作物总收获面积的29%以上，占总热量消耗的25%。

玉米是埃塞俄比亚第二大种植最广泛的作物^[3]。在埃塞俄比亚的大部分地区，土壤缺乏磷(P)和氮(N)。在埃塞俄比亚西部的一些地方，不利的土壤酸性盛行，且经常伴随作物产量有限。由于长期没有任何磷和氮补充的种植历史，情况进一步恶化，导致土壤肥力低，作物产量低。

杂草侵染是埃塞俄比亚玉米生产的另一个制约因素，是

【通讯作者】Dessalegn Ayana,

邮箱: ayanadessalegn074@gmail.com。

导致玉米产量低的原因。世界范围内的玉米产量因杂草的竞争而受到阻碍,产量只能达到40%,杂草是该作物最重要的有害生物群^[4]。通常,杂草通过争夺光、养分、水和二氧化碳以及干扰收获和增加生产成本来降低作物产量。总体而言,杂草造成的损失潜力最高(37%),高于动物害虫(18%)^[5]。对玉米作物产量和生产力进行了综述。此外,农艺研究,如施肥量和施用时间、植物种群密度和玉米生产的杂草管理,是不同研究中心为提高全国玉米产量和生产力而进行的农艺研究的主要组成部分。论文研究目的是回顾研究结果并找出差距,提出与改善埃塞俄比亚玉米生产文化实践相关的未来研究方向。

2 方法

本综述遵循埃塞俄比亚中央统计局(CSA)报告,并以粮农组织FAOSTAT数据库为基准。论文将提取了包括作者、出版日期、对玉米作物的研究成果,以及研究设计的使用、实施和评价的干预以及埃塞俄比亚研究背景的影响。在检索了同行评审期刊文章的数据库后,回顾了来自同行评审论文及相关部分的检索结果的标题和摘要。为纳入或排除目的而筛选同行评审期刊文章、标题和摘要,对论文进行了比较、评价和叙述性总结。由于研究设计的异质性,本综述中未对实施和结果进行详细分析。

3 结果和讨论

共综述了70篇论文,其中包括20篇论文,其中51.2%描述了玉米生产,34.6%描述了作物单位面积的生产力,14.2%描述了当地农民对农业投入利用的不足。

3.1 在埃塞俄比亚取得的研究成果

埃塞俄比亚的玉米研究在过去几年中经历了许多变化,这是推动当前产量和生产力变化的关键时期。需要采用特定方法的一些关键事件包括1984年的大旱和饥荒,这有助于提高玉米在实现国家粮食安全方面的地位。20世纪80年代末和90年代初,开发的杂交品种的引入适应了当地生产条件,并在2000年初引入了埃塞俄比亚农业研究所研究和开发的综合系统^[6]。有趣的是,埃塞俄比亚玉米产量的逐渐增加更多是由于生产力的提高而不是面积扩大的数字(见图1)。

根据图1可知,人口增长的上升支持了埃塞俄比亚玉米作物的竞争力,而且随着时间的推移,埃塞俄比亚的生产面积也在增加。面积的增加主要来自两个方面:第一,埃塞俄比亚裂谷传统种植高粱的小农转向玉米;第二,埃塞俄比亚中北部地区,特别是West Gojjam、North Gondar和其他地区传统种植tef农民种植了玉米。

3.2 耕作和肥料管理

根据Asresie减少耕作实践的报告,采用行播法,在播

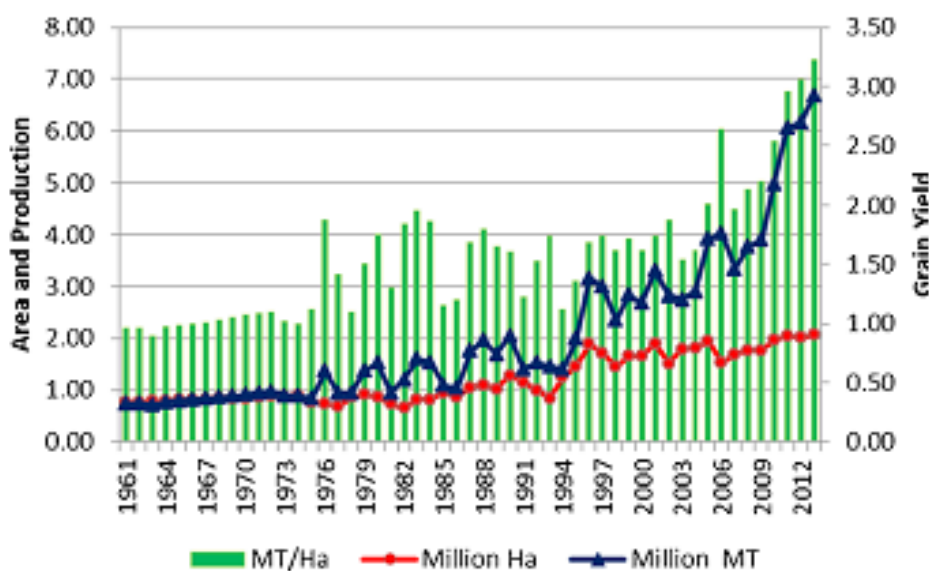


图1线(Y1轴)表示面积,条形(Y2轴)表示产量

种时只应在土壤中放置种子和肥料^[7]。因此,为抑制杂草侵扰而进行的土地准备不是一个问题,而仅仅是为了放置种子和肥料。根据埃塞俄比亚不同地区规模和农业制度的差异,不同地区有不同的消费趋势。在所有地区中,四个行政区(奥罗米亚、阿姆哈拉、SNNP和提格雷)平均消耗了埃塞俄比亚94.80%以上的化肥。从四个区域来看,消费依次为:奥罗米亚>阿姆哈拉>SNNP>提格雷,这些区域的占比分别为36.6%、35.8%、15.5%和6.9%。

根据2004年至2013年的CSA数据,估计埃塞俄比亚的肥料市场被DAP(磷酸二铵)和尿素占据。钾肥在埃塞俄比亚农业中并不重要,因为人们普遍认为埃塞俄比亚土壤不缺乏钾元素。

如图2、图3显示,平均而言,DAP约占肥料总用量的64%,尿素约占36%。他们将这两种产品换算成N和P的当量,并在此报告N和P的总消耗量、施肥面积和施用率。因此,DAP与尿素的比例并不是为增加玉米产量而推荐的2:1比例。

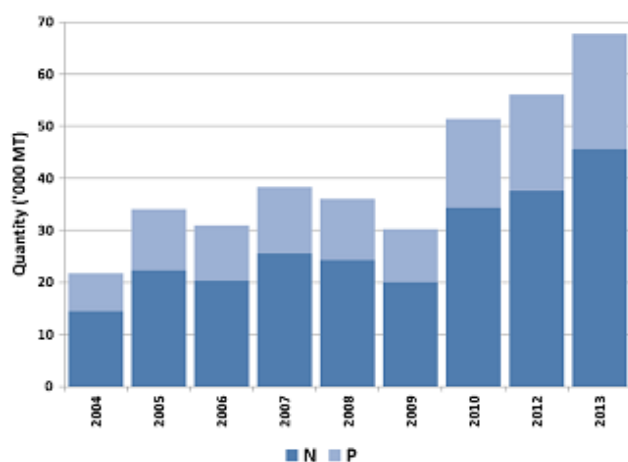


图2 2004—2013年埃塞俄比亚玉米氮磷肥消费总量

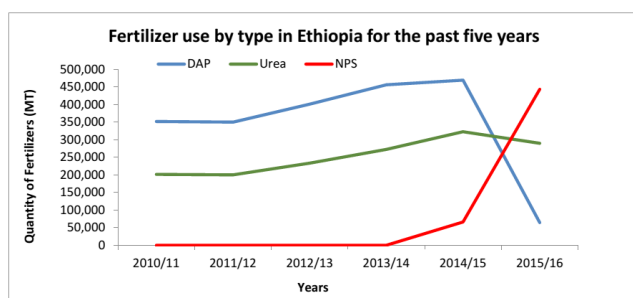


图3 埃塞俄比亚近期肥料使用情况

上述数据表明,近年来DAP正逐渐被NPS替代,以满足埃塞俄比亚大部分土壤对硫的需求^[8,9]。

3.3 植物种群和间距

植物密度是决定谷物产量的最重要的文化实践之一,也是作物的其他重要农学贡献。植物密度影响植物结构,改变生长和发育模式,并影响碳水化合物的产生和分配^[10]。

玉米比禾本科的其他成员对植物密度的变化更敏感^[11]。在低密度下,许多现代玉米杂交种不能有效地分蘖并且通常每株植物只产生一个穗。因此,玉米不具有大多数分蘖草通过分枝来补偿低叶面积和少量生产单位的特性^[12]。

另外,高种群的使用加剧了植物间对光、水和养分的竞争。这可能对最终产量不利,因为它会刺激顶端优势,导致不育,并最终减少每株植物产生的穗数和每穗的粒数^[13]。反过来,每公顷林分之间的间距决定了每公顷每林分的植物数量^[14]。

每公顷的林分数和每林分的植株数共同决定了每公顷的植株数,即植株密度。许多因素也会影响植物密度:土壤的肥力状况、水分供应、作物的生长模式和文化实践^[15]。

Anoma^[16]报道,品种和植株密度的主效应显著($P < 0.05$),在植株密度为61,538株/公顷时,玉米的籽粒产量最高,见表1。

表1 品种和植株密度对玉米地上干生物量、籽粒产量和收获

指数的主要影响			
处理方法	BM (kg/ha-1)	GY(kg/ha ⁻¹)	HI(%)
玉米品种			
BH-540	24331.1 ^b	8993.7 ^a	37.33 ^a
BH-140	24324.8 ^b	8736.7 ^a	37.33 ^a
BH QPY -545	27166.9 ^a	8052.2 ^b	30 ^b
LSD(0.05)	1957.1	584.94	2.86
植物密度 (ha-1)			
72727 (55cmx25cm)	28238 ^a	8596.8b ^c	30.69 ^d
61538 (65cmx25cm)	28495 ^a	9921.8 ^a	35.52 ^{ab}
60606 (55cmx30cm)	26313 ^{ab}	9192.2 ^{ab}	36.18 ^a
53333 (75cmx25cm)	24272 ^{cd}	8674.7 ^a	35.49 ^{ab}
51282 (65cmx30cm)	23138 ^{dc}	7882.8 ^{cd}	34.33 ^{cd}
44444 (75cmx30cm)	21190 ^d	7297.7 ^d	34.79 ^{cd}
LSD(0.05)	2767.7	827.23	NS
CV(%)	11.4	10.05	12.25

在 5% 的显著水平下, 同一参数后的列内均值差异不显著, BM= 生物量, GY = 籽粒产量, HI= 收获指数, LDS(0.05) = 5% 水平下差异最小; CV= 变异系数, NS= 不显著。

3.4 玉米在与其它作物的种植系统中取得的成就

1999 年玉米产量以及 2000 年和 2002 年玉米连作和轮作的成果见表 2^[17]。因此, 与扁豆和 tef 相比, 继尼日尔种子之后的玉米产生了 971 和 1527kg ha^{-1} 的平均谷物产量优势。与玉米连作相比, 所有轮作都产生了更大的玉米产量优势。表 3 研究表明, 1999 年玉米产量和 2000 年和 2002 年轮作连作玉米产量存在差异。

表 2 1999 年平均玉米产量和 2000 年和 2002 年轮作物以及 2000 年至 2002 年跨作物季连作玉米的平均谷物产量

玉米 1999 (kg ha^{-1})	轮作物	产量 (kg ha^{-1})		
		2000	2001	2002
4870	尼日尔种子	742		734
4708	尼日尔种子	749		664
6070	扁豆	1436		1810
5738	扁豆	1422		1897
4697	tef	356		396
4515	tef	392		464
5567	玉米连作	8270	5544	2957

表 3 埃塞俄比亚哈瓦萨的玉米 -tef 间作与种植模式和叶片去除的平均土地当量比 (LER)

种植模式	叶片去除			平均值
	L1 (没有叶片去除)	L2 (穗下无叶片去除)	L3 (穗周围无叶片去除)	
播种	1.23	1.3	1.33	1.29
60×37.5cm	1.2	1.3	1.35	1.28
75×30cm	1.32	1.48	1.51	1.44
100×22cm	1.34	1.5	1.5	1.45
平均值	1.26	1.4	1.42	1.36

表 4 不同除草剂对百粒重 (g) 籽粒产量 (kg ha^{-1}) 和相对产量损失 % 的影响

处理方法	Gudar			Ambo		
	HSW(g)	GY(kg ha^{-1})	RYL (%)	HSW(g)	GY(kg ha^{-1})	HSW(g)
烟嘧磺隆	41.53 ^a	6883.3 ^a	4.74 ^c	44.67 ^b	6883.3 ^{ab}	6.31 ^d
异丙甲草胺	42.633 ^a	5026.4 ^b	30.15 ^b	41.17 ^c	5026.4 ^c	29.37 ^b
原形图	42.833 ^a	6259.2 ^a	14.52 ^c	41.30 ^c	6129.2 ^b	11.80 ^c
手工 + 锄头除草	45.33 ^a	6989.8 ^a	0.00 ^c	49.67 ^a	7223.1 ^a	0.00 ^d
杂草检查	33.80 ^b	2312.4 ^c	63.65 ^a	29.80 ^d	2612.4 ^d	75.71 ^a
LSD(0.05)	5.19	921.28	9.79	3.29	812.36	5.32
CV(%)	6.68	8.84	23.01	4.24	7.73	11.47

注: HSW= 百粒重, GY= 籽粒产量, RYL= 相对产量损失, LSD= 最小显著性差异, CV= 变异系数, 使用 Fisher 保护的 LDS 测试, 同一字母后列内均值在 0.05 的概率水平下差异不显著。

去除穗部下方的叶片可提高 tef 谷物产量, 但不会显著降低玉米谷物产量^[18]。人们意识到, 在玉米 -tef 组合中, 玉米比 tef 具有更深的根系, 可以利用不同土壤层的土壤养分和水分。人们意识到, 在玉米 -tef 组合中, 玉米具有比 tef 更深的根系, 可以利用不同土壤层的土壤养分和水分^[19]。在这项研究中, 观察到兼容作物的可选水平取决于不同的因素, 如品种、位置和杂草种群。

3.5 玉米杂草管理

根据^[20]的发现, 最大百粒重记录在手动除草和锄头除草的组合中, 最小值记录在 Gudar 和 Ambo 站点的杂草检查中。此外, 在两个研究地点, 手工除草加锄头除草获得最高的谷物产量, 其次是用烟嘧磺隆处理的地块。而杂草检查得分最低。而这两个地点的谷物产量数据相似 (见表 4)。

4 结论

正如已经讨论过的农艺实践, 已知植物密度等影响作物环境, 直接影响粮食产量。应保持最佳人口水平, 以最大程度地开发自然资源, 包括土壤养分、阳光和土壤水分, 以确保令人满意的产量。为了克服这种资源问题, 发现使用不同的间作系统比单作更具经济优势, 因为玉米种植者可以获得额外的产量。也有人认为, 对玉米施肥特别是氮磷肥对产量影响显著。玉米的产量不仅受化肥使用的影响, 玉米田中的杂草管理对于获得切实的玉米产量也非常重要。

5 未来的工作线

玉米生产的未来方向取决于土壤肥力状况和作物反应。除此之外, 有关机构应更加重视发展玉米生产以减少贫困。玉米的生产主要由小农经营。因此, 其耕作技术、农艺实践、

收获和加工技术都遵循当地的和传统的知识。在这方面，它仍然需要人们的努力、时间和资源来传播适当的技能、技术和知识，以提高玉米产量和生产力。

参考文献

- [1] FAOSTAT. (2010). Food and Agriculture Organization Statistical Database: [http:// faostat.fao.org](http://faostat.fao.org). Accessed on September 10/2017.
- [2] FAOSTAT. (2013). Food and Agriculture Organization Statistical Database: <http:// faostat.fao.org>.
- [3] MOA. (2005). New agro-ecological zones of Ethiopia. Addis Ababa: Ministry of Agriculture.
- [4] Chikoye D, Schulz S, Ekeleme F. (2004). Evaluation of integrated weed management practices for maize in the northern Guinea savanna of Nigeria. *Crop Protection* ,2004(23): 895-900.
- [5] Chikoye D, Udensi UE, Fontem A, Lum. (2005). Evaluation of a new formulation of atrazine and metolachlor mixture for weed control in maize in Nigeria. *Crop Protection* , 2005(24):1016- 1020.
- [6] Abate, T. (2007). Focusing agricultural research to address development needs: Direction for agricultural research in Ethiopia. Addis Ababa: EIAR.
- [7] Asresie Hassen, Molla Tafere, Mekonen Tolla, Abel Ahmed, Seferew Dagnew, Yihenew G.Selassie, Desallegn Molla and Alemu Worku. 2015. Best fit practice on reduced tillage for maize production BDU-CASCADE Technical working paper no 9.
- [8] Central Statistical Agency (CSA). 2013. Area and production of major crops. Agricultural sample survey 2012/13, private, peasant holdings, Meher season, Statistical Bulletin 532, Addis Ababa, Ethiopia.
- [9] Central Statistics Agency (CSA). 2014. Agricultural sample survey report on private peasant holdings, meher season 2013/20014 VOLUME I, Addis Abeba, Ethiopia.
- [10] Casal, J.J., Deregibus, V.A., Sánchez, R.A.(1985). Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. *Annals of Botany*, 1985(56):533-559.
- [11] Vega, C. R. C., Andrade, F. H., Sadras, V. O. (2001). Reproductive partitioning and seed set efficiency in soybean, sunflower and maize. *Field Crop Research*, 2001(72): 165-173.
- [12] Gardner, F.P., Pearce, R.B. , Mitchell, R.L.(1985). *Physiology of crop plants*. Ames Iowa State University.
- [13] Sangoi, L., Salvador, R.J. (1998). Influence of plant height and leaf number on maize production at high plant densities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1998, 33(3): 297-306.
- [14] Onwueme, I. C., Sinha, T. D. (1991). Field crops production in tropical Africa. Technical Center for Agricultural and Rural Co-operation (CTA), the Netherlands. pp.159-170.
- [15] Gonzalo M., T.J. Vyn, J.B. Holland, et al. (2006). Mapping Density Response in Maize : A Direct Approach for Testing Genotype and Treatment Interactions. *Genetics*, 2006, 173 (1):331-348.
- [16] Amona Tolka 2014 Effect of Varieties and Plant Density on Yield and Yield Components of Maize (*Zea mays* L.) in Ofa District, Gesuba, Southern Ethiopia, Msc. Thesis Haramaya University, Haramaya Ethiopia.
- [17] Tolera Abera1, Daba Feyisa, D. K. Friesen (2009) Effects of Crop Rotation and N-P Fertilizer Rate on Grain Yield and Related Characteristics of Maize and Soil Fertility at Bako, Western Oromia, Ethiopia, *East African Journal of Sciences*, 2009, 3(1):70-79.
- [18] Walegn Worku. (2004). Maize-tef relay intercropping as affected by maize planting pattern and leaf removal in southern Ethiopia. *African Crop Science Journal*, 2004, 12(4):358-367.
- [19] Wondimu Bayu, Molla Addisu, Besufekad Tadesse et al. (2007). Intercropping tef and sunflower in semi-arid areas of Wello, Ethiopia. *Trop. Sci.*, 2007, 47(1): 16–21.
- [20] Tesfay A, Amin M, Mulugeta N. (2014). Management of Weeds in Maize (*Zea mays* L.) through Various Pre and Post Emergence Herbicides. *Adv Crop Sci Tech* 2: 151.