

אתנול מקנה סוכר -
הניסיון הברזילאי



הרפובליקה הפדרלית

של ברזיל :

• 26 מדינות + מחוז

פדרלי אחד

• שטח כולל:

8.5 מיליון קמ"ר

• סה"כ תושבים:

170 מיליון.

• צפיפות אנשים לקמ"ר:

חלק דרומי - 76.31

חלק צפוני - 3.35



THE LARGEST COUNTRY IN LATIN AMERICA

D.DEFANTI

Soybean: The world's second leading soybean producer and exporter; 26% of the world soybean production, with **51 . 10⁶ tons** (2003 crop) and exports of **US\$ 8 billion**

Beef: The world's second largest herd (**176.6 . 10⁶ heads**) The world's leading exporter in volume, with **1.1 . 10⁶ tons**, ranking second in revenues, with **US\$ 1.2 billion** (2003)

Aluminum: **1.28 million tons/year** (2001)

Oil: Production: **90,085 . 10⁶ m³/year**
Imports: **20,835 . 10⁶ m³/year**

Sugar: **24.82 million tons** (2003/2004)

Birds: **7.9 . 10⁶ tons** in 2003. The world's leading exporter, with revenues of **US\$ 1.9 billion** and volume of **2 . 10⁶ tons**

Iron ore: **210 . 10⁶ tons/year**. Reserves of **18.5 . 10⁹** (the world's 6th largest)

Bauxite: **15 . 10⁶ tons/year**. Reserves of **3.52 . 10⁹ tons** (the world's 3rd largest)

Automobile industry:
Units Produced in 2003

• cars	1,506,333
• light commercial vehicles	216,535
• trucks	77,868
• buses	26,930
• tractors	47,959
• harvesting machines	9,195
• dragshovels	1,605

Total: 1,827,666 units

Coffee: **2.9 million tons** (2002/2003), **40%** of the world production

Exports

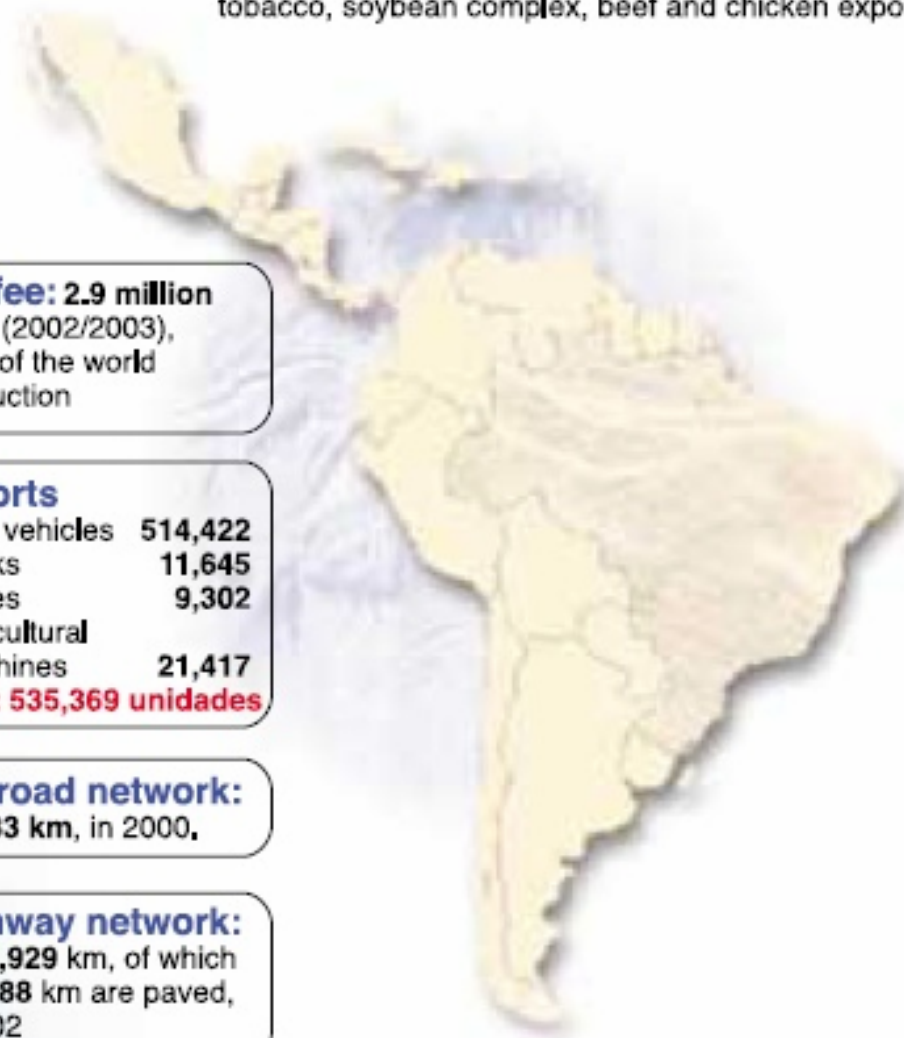
• light vehicles	514,422
• trucks	11,645
• buses	9,302
• agricultural machines	21,417

Total: 535,369 unidades

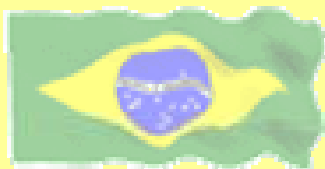
Railroad network:
29,283 km, in 2000,

Highway network:
1,724,929 km, of which **164,988 km** are paved, in 2002

A world leader in sugar, coffee, orange juice, tobacco, soybean complex, beef and chicken exports



Sources: Abal – Associação Brasileira do Alumínio (Brazilian Aluminum Association); Abiove – Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (Brazilian Association of the Seed Oil Industry); Ablec – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (Brazilian Association of Meat Exporting Industries); Abef – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango (Brazilian Association of Chicken Producers and Exporters); DNP/2000, Secex/2003, ANP – Agência Nacional de Petróleo (National Petroleum Agency)/2003, Central Bank of Brazil, and Transportation and Agriculture Ministries of the Government of Brazil.



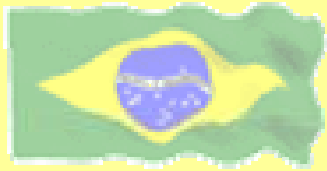
המדינות המובילות בעולם בייצור אתנול בשנים האחרונות:

Table 26. Leading ethanol producing countries, 2004-2005

Country	2004		Country	2005	
	(mil. gal. per year)	(percent)		(mil. gal. per year)	(percent)
Brazil	3,989	37.0	Brazil	4,227	35.8
United States	3,400	32.8	United States	3,904	33.1
China	964	9.0	China	1,004	8.5
India	462	4.3	India	449	3.8
France	219	2.0	France	240	2.0
Russia	198	1.8	Russia	198	1.7
South Africa	110	1.0	Germany	114	1.0
United Kingdom	106	1.0	South Africa	103	0.9
Saudi Arabia	79	0.7	Spain	93	0.8
Spain	79	0.7	United Kingdom	92	0.8
Others	1,029	9.6	Others	1,366	11.6
Total	10,770	100.0	Total	11,790	100.0

Source: F. O. Licht

מתוך - USDA (United States Department of Agriculture)

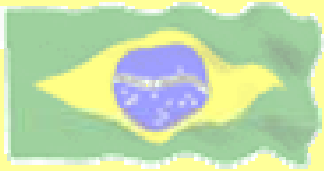


היסטוריית שימוש האתנול בברזיל

- האתנול בברזיל מופק מקנה סוכר ונצרך בצורה טהורה או מהולה עם בנזין.
- ברזיל החלה כבר מלפני כ- 30 שנה בתוכנית להחלפת בנזין באתנול.
- בשנות השבעים נאלצה ברזיל לייבא כ-70% אחוזים מהנפט שצרכה.
- בעקבות אמברגו הנפט של אופ"ק, החליט שליט ברזיל דאז –
גנרל ארנסטו גייזל, להפסיק את תלות ארצו בנפט.
- ברזיל יצאה בתוכנית למימוש מטרה זו (Pró-Álcool program).
- באותה תקופה, משנת 1964 ועד 1985, היה ממשל צבאי בברזיל והמניעים למימוש התוכנית היו פטריוטים בעיקרם.



- עלית מחירי הנפט, הפיחות בערך המטבע הברזילאי, עודפי התוצרת החלקאית וחיידושים טכנולוגיים תרמו להחלטה לקדם את השימוש באתנול לתחבורה.



קנה הסוכר גדל בברזיל בצורה נרחבת הודות לקרקע הפוריה, מזג האוויר הטרופי (מזג אוויר חם וגשום) והעבדים מאפריקה.



THE CENTER-SOUTH REGION IS BRAZIL'S LEADING SUGAR CANE PRODUCER

D:\DEFAN\TI



שטח מדינת
ישראל לשם
השוואה :
22,000 קמ"ר

Total Area:
2,724,395.80 km²

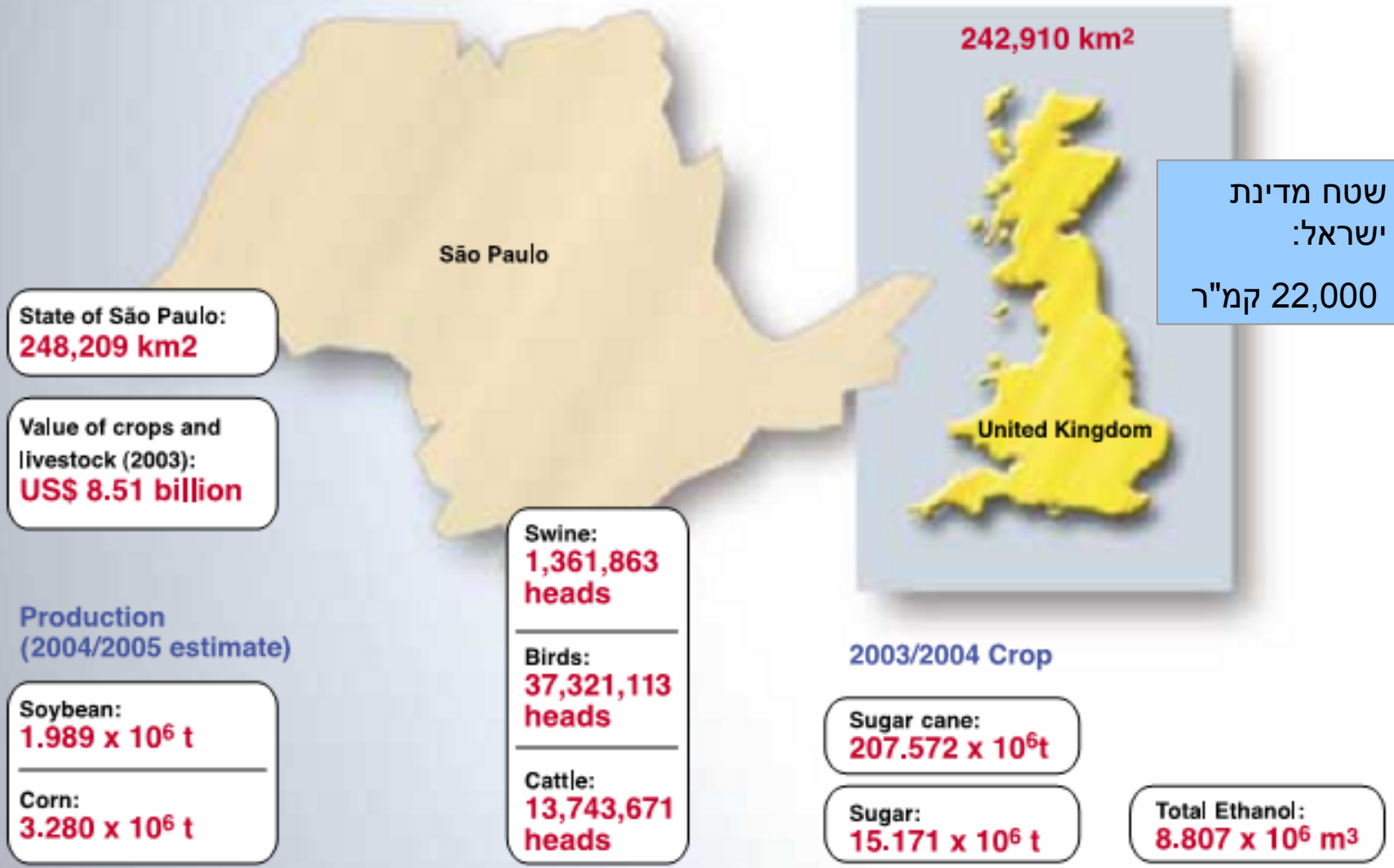
Crop Area:
3,570.65 km²

2003/2004 Crop Production
Sugar cane: 298.574 x 10⁶ t
Sugar: 20,420 x 10⁶ t
Total Ethanol: 13.019 x 10⁶ m³

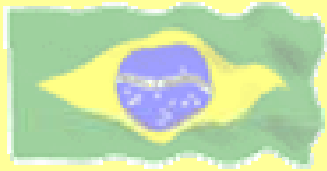
Source: CTC Copersucar/Unica

BRAZIL'S LEADING SUGAR AND ETHANOL PRODUCER, ALSO STRONG IN AGRICULTURE

D.DEFANTI



Source: IEA - Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (São Paulo Agricultural Economy Institute)/Unica



Pró-Álcool program

The National Program for (Alcohol)

התוכנית יצאה אל הפועל בנובמבר 1975 וכללה :

- סובסידיות עבור גידול נרחב של קני סוכר שמהם הופק אתנול.
- סובסידיות של מחירי האתנול כך שיהיו זולים יותר ממחירי הדלק הקונבנציונאלי.
- סובסידיות של מפעלי אתנול חדשים.

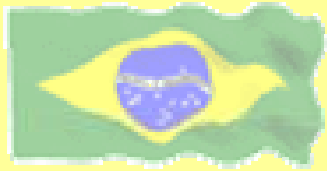


• חברת הנפט הממלכתית "Petrobras" חויבה

להתקין מיכלי אתנול בתחנות דלק ברחבי
המדינה.

• הקלות מס לעידוד ייצור כלי רכב המונעים

ע"י אתנול.



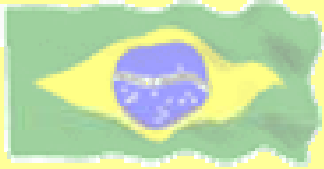
תוכנית ה-ProAlcool:

The Establishment Phase (1975 – 1979)

- קנה הסוכר נבחר לשמש כמקור העיקרי לייצור אתנול כדלק חלופי (נבחנו גם קסבה ודיוכה (sorghum)).
- תוכניות מגוונות לתעשיית הסוכר נוצרו בהשקעה פרטית ובתמיכה מסיבית של הממשלה.
- אתנול יוצר בעיקר לצורך מהילתו עם הבנזין (anhydrous ethanol).
- הדלק הנפוץ במכוניות ברזיל היה E22.

The Consolidation Phase (1979 – 1985)

- תוכנית האתנול בברזיל התחזקה באופן משמעותי.
- 1986 – סובסידיות הממשלה לאתנול הגיעה ל US\$ 2 billion.
- נוסף לתמיכת הממשלה, גם המדינות עצמן (ביחוד באזור הדרום) קידמו את הנושא.
- בסוף 1985 – 95% ממכוניות ברזיל הונעו ע"י E100 (אתנול טהור).

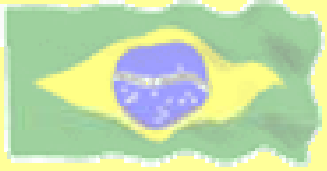


Expansion and Challenge 1985 – 1989

- אינפלציה, חובות זרים, ירידת מחירי הנפט, ירידת מחירי קנה הסוכר, מצב פוליטי לא יציב, מייצור נפט מקומי ועוד הובילו לירידה בייצור וצריכת האתנול.
- 1989 – רק כ- 60% ממכוניות ברזיל מונעות ע"י אתנול.

The Gasohol Phase 1990-1994

- תקופת הדלק המהול: gas(oline) + (alc)ohol
- 1994 - פחות מ 10% ממכוניות ברזיל מונעות ע"י אתנול טהור.
- סוף 1994 - 1.13 מיליון מכוניות בברזיל מונעות ע"י הדלק המהול E22.

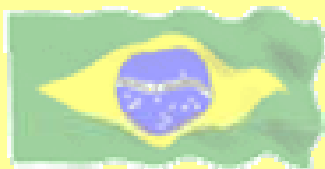


Government Reform 1995 – present

- סובסידיות האתנול והקלות המס עליו פחתו.
- ניסיונות לשקם את תוכנית ה ProAlcool ע"י

1. הטלת "מס ירוק" על דלקים מזהמים, והעדפת דלקים שאינם מזהמים.

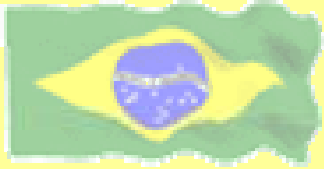
2. ביטול המס על האתנול (הכספים אמורים להתקבל בתאוריה מ"המס הירוק").



ייצור מכוניות המונעות באתנול בברזיל במהלך השנים:

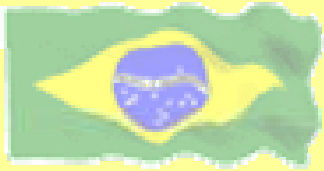
Table 6: Manufacturing of ethanol¹⁰ cars in Brazil, 1979 – 2002

Year	Total Cars	Ethanol Cars	% Ethanol Cars
1979	912,018	3,328	0.36%
1980	933,152	239,251	25.64%
1981	585,834	120,934	20.64%
1982	672,589	214,406	31.88%
1983	748,371	549,550	73.43%
1984	679,386	496,653	73.10%
1985	759,141	573,383	75.53%
1986	815,152	619,854	76.04%
1987	683,380	388,321	56.82%
1988	782,411	492,967	63.01%
1989	730,992	345,605	47.28%
1990	663,084	71,523	10.79%
1991	705,303	128,857	18.27%
1992	815,959	163,127	19.99%
1993	1,100,278	227,684	20.69%
1994	1,248,773	120,177	9.62%
1995	1,297,467	32,628	2.51%
1996	1,458,576	6,373	0.44%
1997	1,677,858	1,075	0.06%
1998	1,254,016	1,188	0.09%
1999	1,109,509	10,197	0.92%
2000	1,361,721	9,428	0.69%
2001	1,501,586	15,406	1.03%
2002	1,521,431	48,022	3.16%

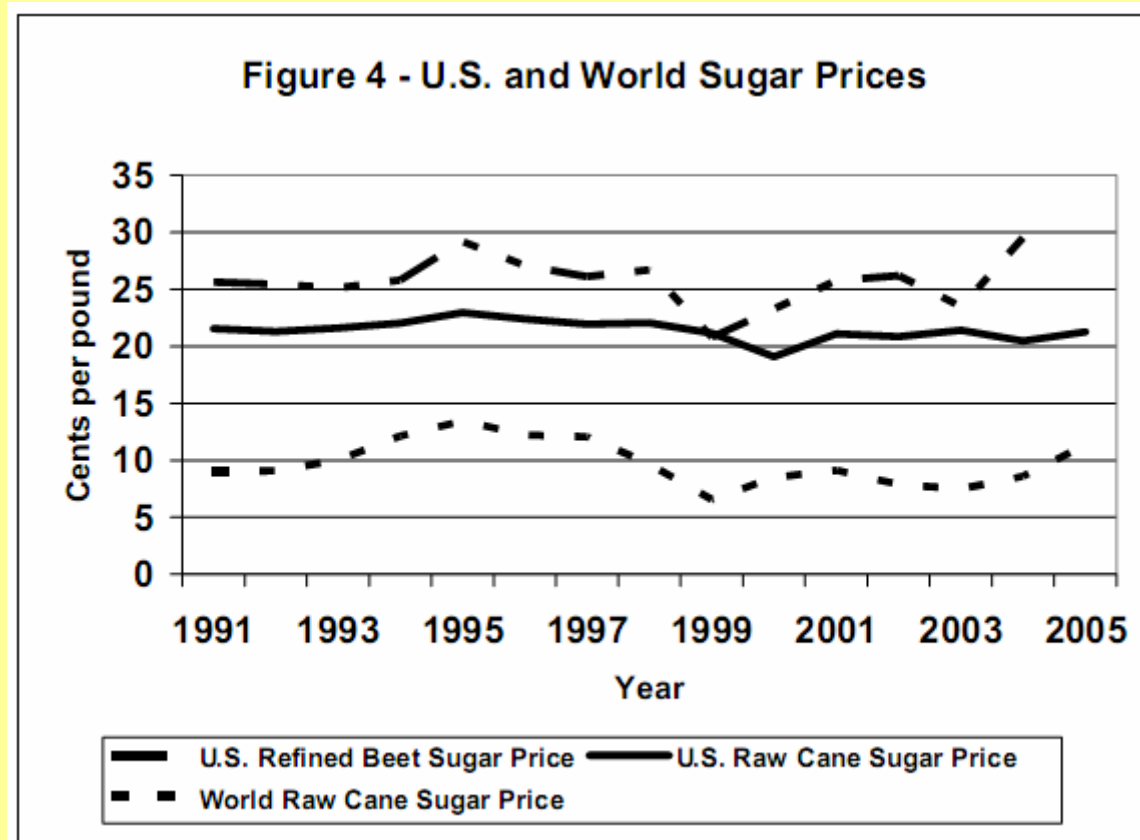


בשנות ה-90 חלה תפנית שנבעה מכמה גורמים:

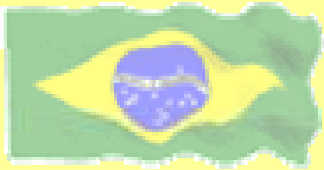
- חזרתו של השלטון האזרחי בברזיל. כבר לא היה צורך לקדם את האתנול מסיבות של בטחון לאומי.
- מחירי הסוכר עלו. הסובסידיות הפכה להיות יותר יקרה עבור הממשלה.
- מחיר הנפט הגבוהים של שנות השבעים החלו לרדת בחזרה.
- חברת הנפט הברזילאית Petrobras גילתה שדות נפט במרחק מהחוף, כך שתלותה של ברזיל במקורות חיצוניים לנפט ירדה.
- מסיבות אלו התמרוץ והסובסידיות הממשלתית לייצור אתנול פחתו.



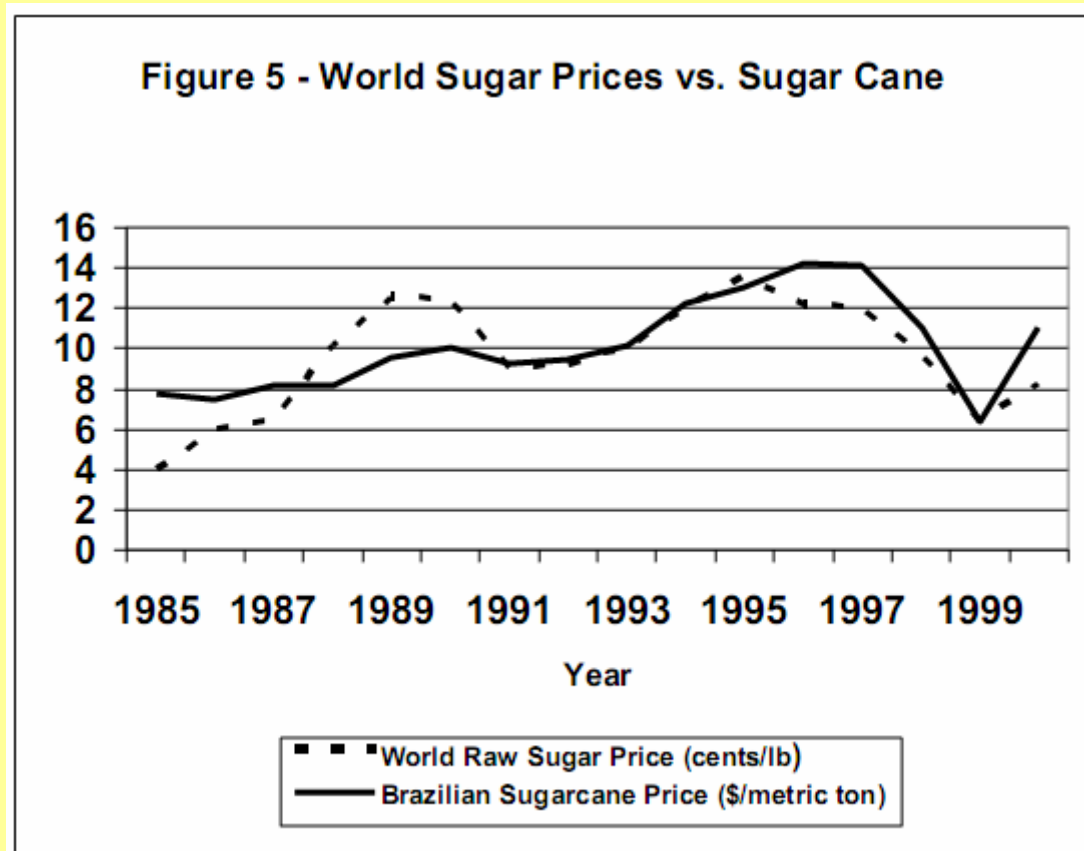
מחירי הסוכר העולמיים ומחיריהם בארה"ב, במהלך השנים 1991-2005



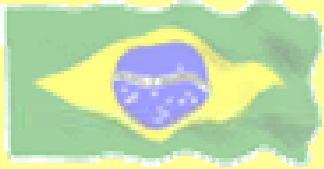
Source: Economic Research Service, USDA.



מחירי הסוכר העולמיים לעומת מחירי קנה הסוכר, במהלך השנים 1985-1999

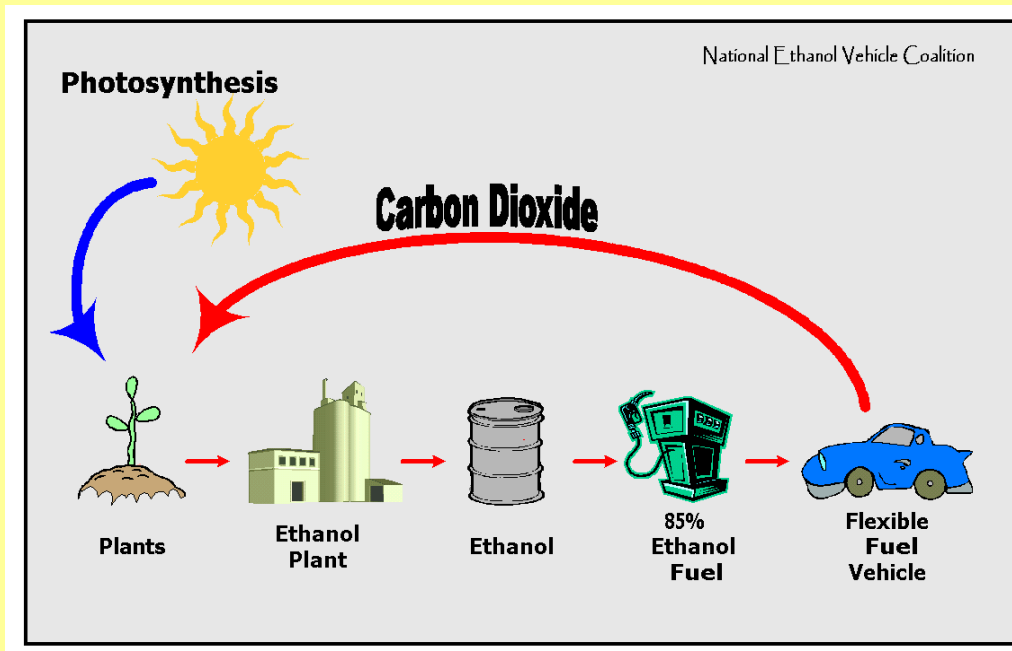


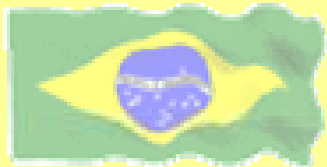
Source: Schmitz, Seale and Buzzanell, 2002.



היתרונות הסביבתיים של השימוש באתנול:

- אתנול מכיל פחות מזהמים מדלק פוסיילי.
- הפחמן הדו חמצני הנפלט מקוֹזז עם שדות קנה סוכר שיגודלו שוב.
- האתנול החליף את העופרת בדלק למטוסים, כך שהבעיה העיקרית של זיהום מוטס טופלה.





מכוניות ה- "flex-fuel"

- בשנת 2003 החליטה הממשלה כי רכבים הממונעים באתנול יחויבו במס נמוך מרכבים

אחרים (מיסוי של 14% במקום 16%).

- צרכנים לא רצו להתסמך רק על אתנול – ויצרני רכב החלו לייצר מכוניות "flex-fuel"

המופעלות על אתנול ובנזין. המנוע מתאים לכל תערובת של בנזין ואלכוהול ע"י שינוי

היחס בין אוויר לדלק ושינוי רצף ההצתה.

- בשנת 2004 היוו מכוניות אלו כ- 17% משוק המכוניות בברזיל,

בשנת 2005 - 53%,

כיום כ- 85% מהמכוניות הנמכרות בברזיל מופעלות באתנול ובבנזין.

יתרונות ייצור אתנול מקנה סוכר לעומת ייצורו

מתירס:

- גבעול קנה הסוכר מכיל מלכתחילה כ-20 אחוזי סוכר, ומתחיל בתסיסה כמעט מיידית לאחר שקוצרים אותו. התסיסה בתירס נעשית רק לאחר שמפרקים את העמילן שבגרעין לסוכרים בעזרת אינזימים.
- קנה הסוכר מספק בין 570 ל-760 ליטרים של אתנול לדונם, כפליים מתירס.
- מאזן האנרגיה של ייצור אתנול מקנה סוכר טוב יותר מהמאזן של ייצורו מתירס.

אתנול מקנה סוכר



ברזיל מתחרה בארצות הברית בייצור אתנול הודות לתנובתו הגבוהה של קנה הסוכר, 570 עד 760 ליטרים לדונם – כפליים מתנובת התירס. הגבעול של קנה הסוכר מכיל 20 אחוזי סוכר, שאותם מזקקים להפקת האלכוהול. את השאריות אפשר להבעיר ובכך לספק חשמל למזקקה

• ייצור בברזיל
3.96 מיליארדי גלונים (2005)

עלות ייצור בברזיל
0.87 דולרים לגלון

• מחיר קמעוני בברזיל (לגלון, יוני 2007)



• מאזן אנרגיה

אנרגיית דלק פוסילי שנוצלה לייצור הדלק (תשומה) בהשוואה לאנרגיית הדלק (תפוקה)

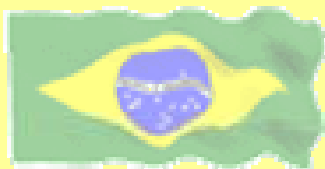


• פליטת גזי חממה (ייצור ופיצול)

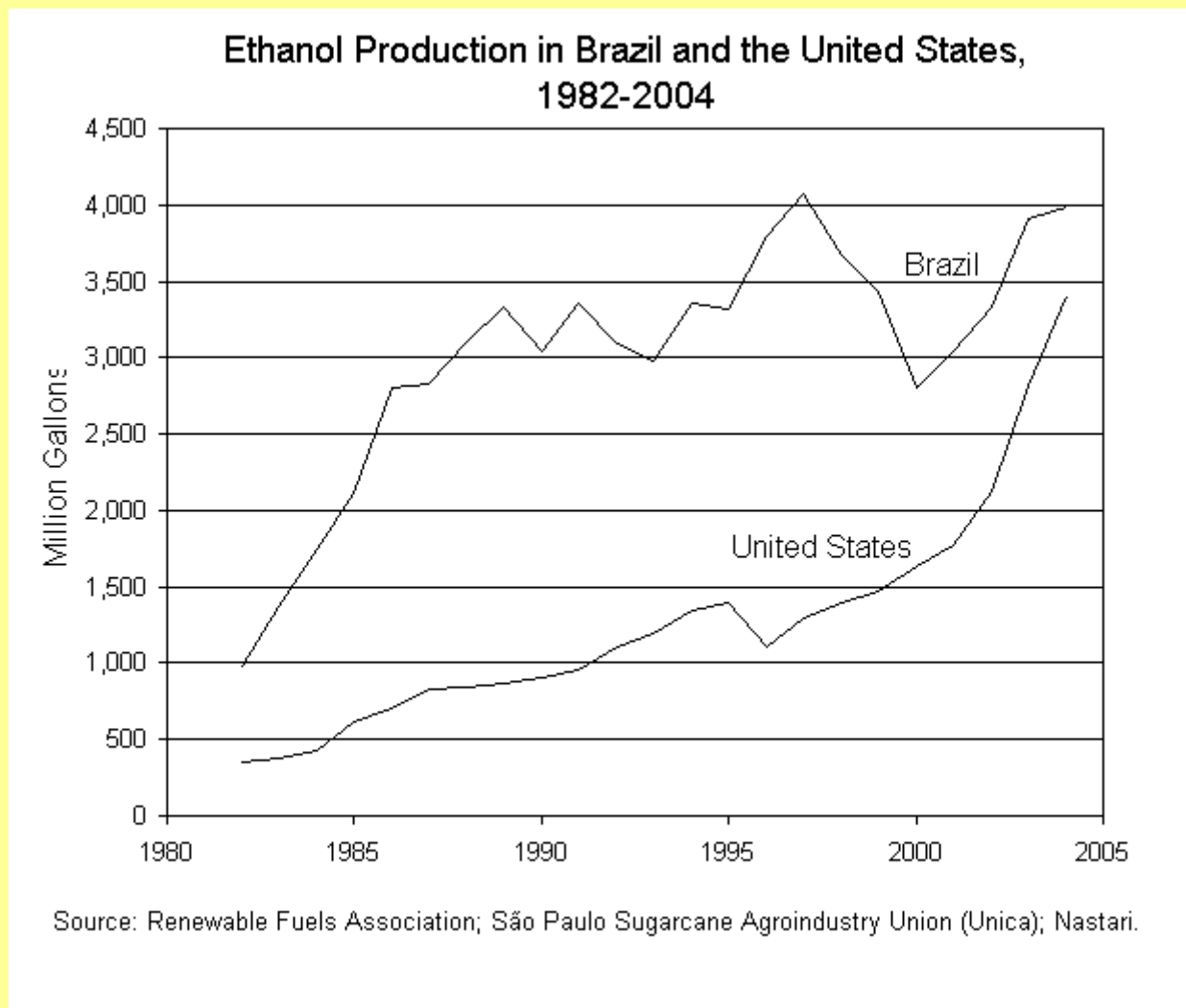


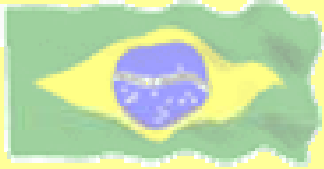
* גלון = 4.54 ליטרים

מקורות: משרד האנרגיה של ארצות הברית; הסוכנות להגנת הסביבה של ארצות הברית; מכון וורלדוויץ; אוניברסיטת המדינה של אייוה



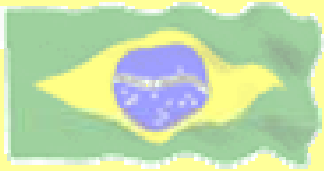
ייצור אתנול בברזיל ובארה"ב:





מפעל הסוכר "אוזינה סאו מרטינו"

- אחד ממפעלי הסוכר הגדולים בעולם הוא "אוזינה סאו מרטינו" הממוקם במדינת סאו פאולו בברזיל. מידי שנה מייצר המפעל מכ- 7 מיליוני טונות של קני סוכר כ 300 מיליוני ליטרים של אתנול למכוניות ועוד כ- 500,000 טונות של סוכר לייצוא.
- דשן לגידולי הסוכר מופק ממחזור מי שופכין של המזקקות. חשמל וקיטור מתקבלים במפעל משריפת פסולת קני הסוכר והמשאיות והכלים החקלאיים מונעים בתערובת של סולר ואתנול. גם מטוס הריסוס מופעל מאלכוהול טהור. מסיבה זו מאזן האנרגיה של ייצור אתנול מקנה סוכר טוב יותר מהמאזן של ייצורו מתירס. מקנה סוכר ניתן להפיק שמונה יחידות אתנול מכל יחידה של דלק פוסילי, לעומת יחס של כמעט 1:1 עבור תירס.



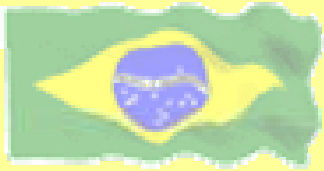
החסרונות שבשימוש בדלקים ביולוגיים:

- גידול צמחים ליצירת אתנול מתחרה בגידול צמחים לצורך מאכל. עקב כך נוצר מחסור במזון לאוכלוסיות נחלשות ומחירי המזון עולים.
- לצורך גידול הצמחים נעשה שימוש בדשנים וקוטלי עשבים המזיקים לקרקע.
- לעיתים התהליך אינו יעיל מבחינה אנרגטית, כך שתהליך ייצור הדלק דורש

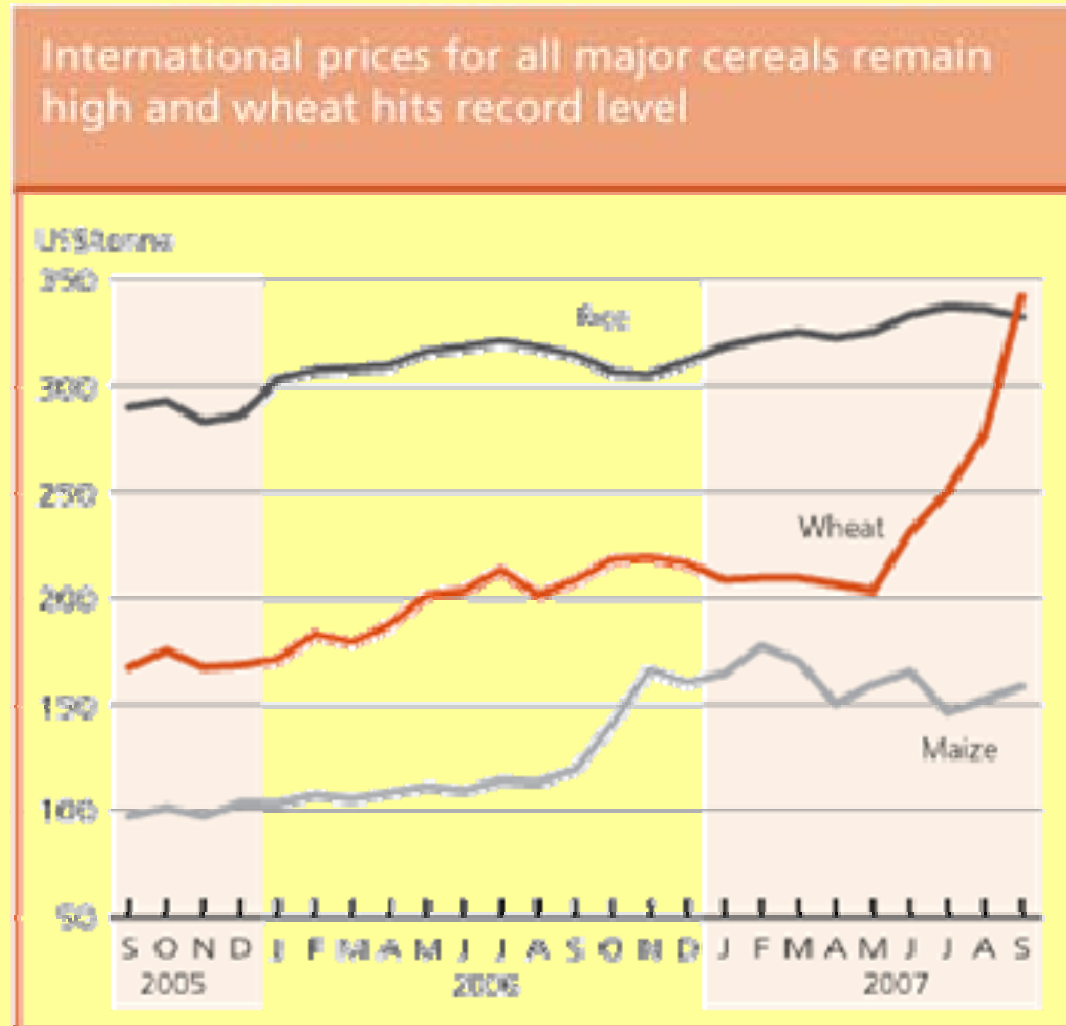


אנרגיה הגדולה מהאנרגיה שהדלק מפיק (בנושא זה יש יתרון לייצור הוותיק של האתנול מקנה סוכר לעומת חומרי הגלם האחרים).

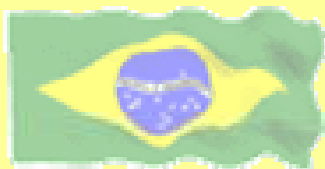
- שטחים פתוחים נלקחים ונחרשים לצורך הגידולים בתהליכים המשחררים פחמן לאטמוספירה.



עליית מחירי הדגנים בשלוש השנים האחרונות:

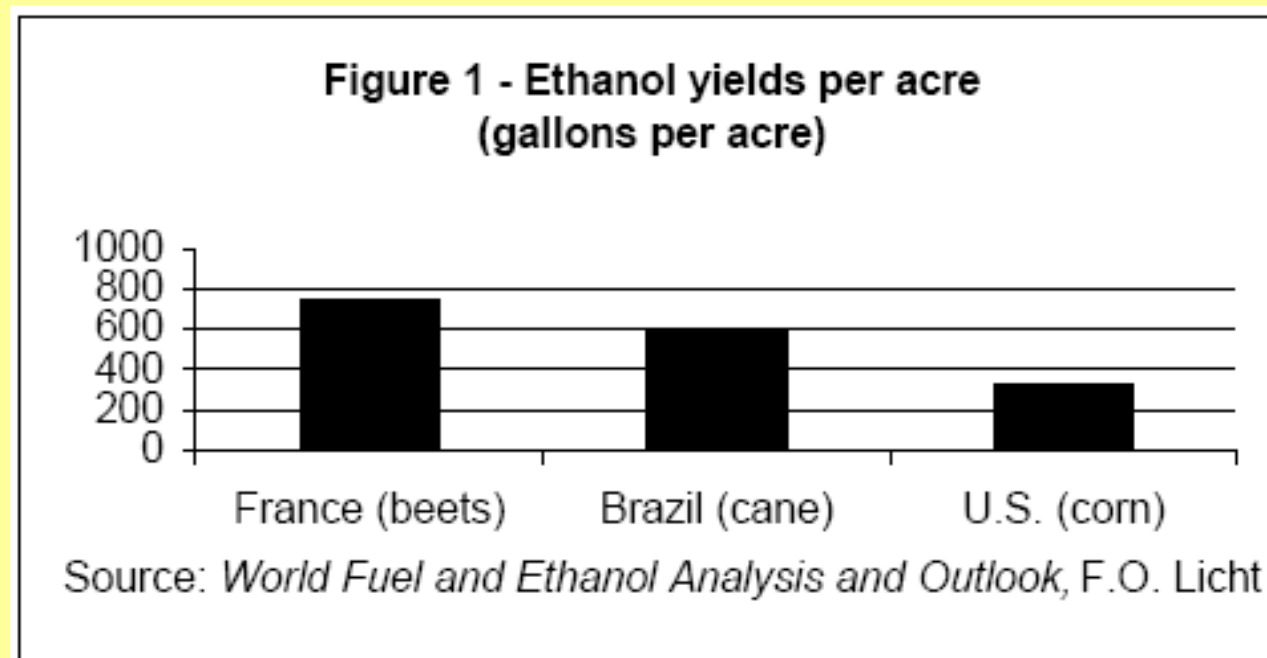


מתוך (FAO (food and agriculture organization of the United Nations)



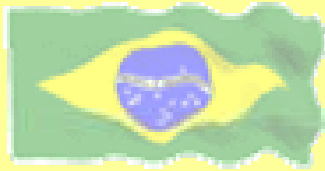
תפוקת אתנול ליחידת שטח (ביחידות של גלון לאקר)

1 אקר = 4047 מטרים מרובעים

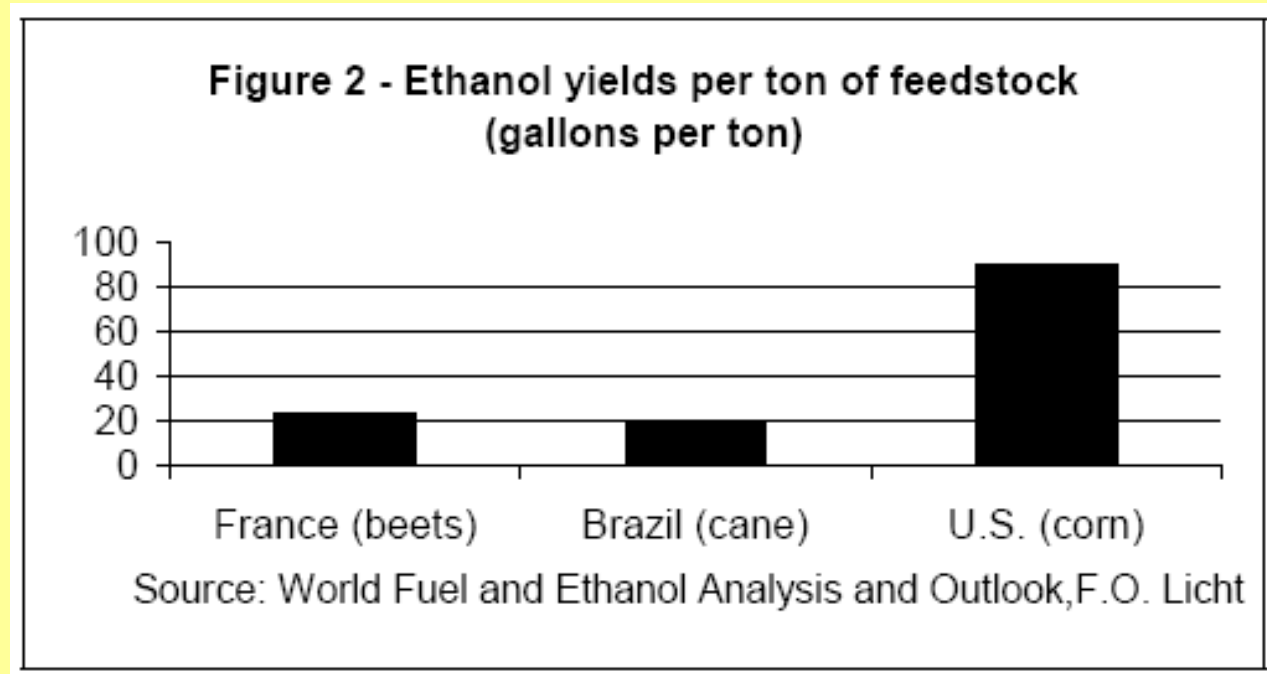


תפוקת האתנול ביחס למידת שטח:

- מסלק בצרפת: כ-750 גלון אתנול לאקר.
- מקנה סוכר בברזיל: כ-590 גלון אתנול לאקר = 0.55 ליטר אתנול למטר רבוע.
- מתירס בארה"ב: כ-370 גלון אתנול לאקר.

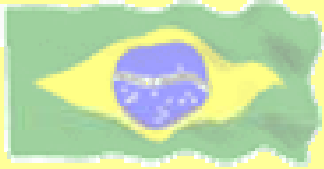


תפוקת אתנול לטון חומר גלם (ביחידות של גלון לטון)

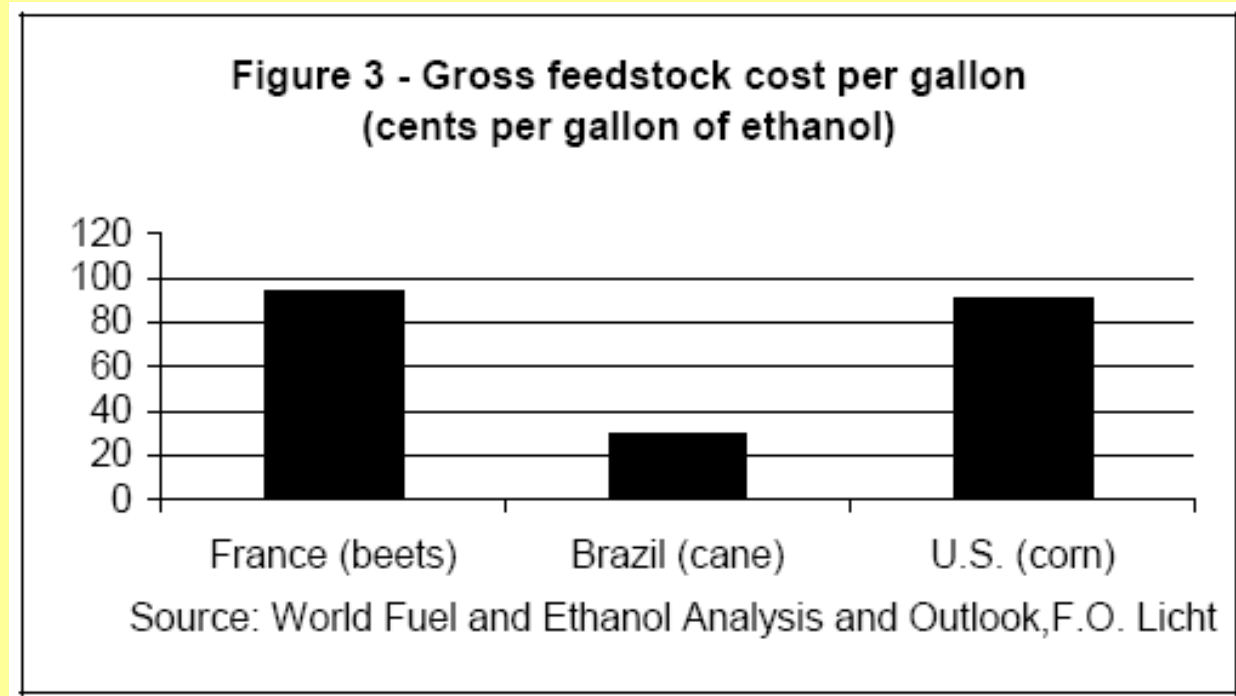


תפוקת אתנול ביחס לטון חומר גלם:

- מטון סלק בצרפת: כ-25 גלונים של אתנול.
- מטון קנה סוכר בברזיל: כ-20 גלונים של אתנול.
- מטון תירס בארה"ב: כ-100 גלונים של אתנול.

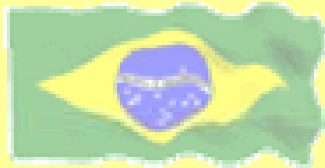


השוואת מחירי הפקת גלון של אתנול במדינות שונות



מחיר חומר הגלם עבור הצמחי עבור הפקת גלון של אתנול:

- מקנה סוכר בברזיל : כ- 30 סנט.
- מתירס בארה"ב : בין 80 ל 85 סנט.
- מסלק בצרפת : כ- 97 סנט.



מחירי הפקת אתנול מחומרי גלם ותהליכי ייצור שונים

Summary of estimated ethanol production costs (dollars per gallon) 1/

Cost Item	U.S. Corn wet milling	U.S. Corn dry milling	U.S. Sugar cane	U.S. Sugar beets	U.S. Molasses 3/	U.S. Raw sugar 3/	U.S. Refined sugar 3/	Brazil Sugar Cane 4/	E.U. Sugar Beets 4/
Feedstock costs 2/	0.40	0.53	1.48	1.58	0.91	3.12	3.61	0.30	0.97
Processing costs	0.63	0.52	0.92	0.77	0.36	0.36	0.36	0.51	1.92
Total cost	1.03	1.05	2.40	2.35	1.27	3.48	3.97	0.81	2.89

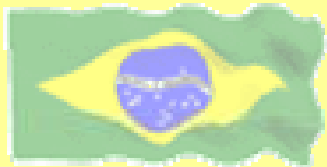
1/ Excludes capital costs.

2/ Feedstock costs for U.S. corn wet and dry milling are net feedstock costs; feedstock costs for U.S. sugarcane and sugar beets are gross feedstock costs.

3/ Excludes transportation costs.

4/ Average of published estimates.





המכוניות בברזיל כיום

מספר המכוניות : כ- 18 מיליון,
הן צורכות כ- 27.5 ביליון ליטר של דלק בשנה

gasoline-powered

מבוסס על בנזין טהור עם תוסף של
25% אתנול (anhydrous ethanol)

“flex fuel”

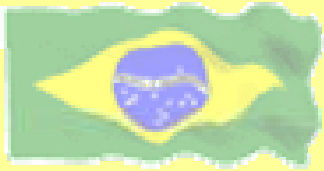
רכבים הפועלים על תערובות שונות של
דלקים : אתנול טהור, בנזין טהור או
קומבינציה של השניים.

hydrated ethanol-powered

מבוסס על אתנול טהור

אתנול מקנה סוכר – במה זה הועיל לברזיל

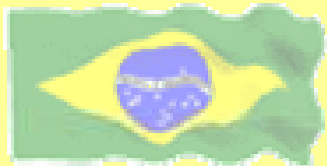




לסיכום

אנרגיה מביוסמה – במה זה הועיל לברזיל :

- הקטין את התלות בנפט המיובא.
- חסך במטבע זר
- ייצר עבודה והכנסה באזורים מבוזרים ולא רק במרכז.
- עזר להקטנת הפערים החברתיים.
- הפחית את הזיהום מכלי הרכב.



הוכח כי התערבות מסיבית ויציבה של הממשלה מהווה תפקיד מרכזי
ויכולה להוציא לפועל תוכנית לאומית כמו תוכנית ה-ProAlcool.

עתיד תעשיית הדלקים הביולוגיים, ותעשיית הרכבים האלטרנטיביים, תלוי
במדיניות ברורה ונכונה של הממשלה, וכן במחויבות לשינוי של בעלי העניין.

לא ניתן להסיק בברור מהניסיון המוצלח של ברזיל לגבי מדינות אחרות.