

Ci si può fidare dei modelli matematici nelle analisi di politica agraria?

J.E.L. C61; Q18

Carlo Cafiero*

Università degli Studi di Napoli Federico II**

Abstract. *In the analysis of the effects of agricultural policies, it has become customary to use mathematical models. In particular, mathematical programming models have been recently reconsidered by analysts because they are more apt to the simulation of alternative policy scenarios, when compared to econometrics models. In addition, the availability of the so called Positive Mathematical Programming (PMP) methods, which allow for the set up and solution of models with easily available data, has contributed to the spreading of their use.*

Starting from the content of the PMP methods, and clarifying how they impose a reduced form representation of the produc-

tion processes, typical of duality based models, the article discusses the risks linked to an improper use of mathematical models for policy evaluation. In particular, it describes the risk of losing contact with the reality of the analysed production processes when the models are simplified to gain easier analytical tractability.

It is demonstrated, for example, that the easiness of model calibration achieved by PMP hides the risk of generating forecasts which are not consistent with the technology on which production is based. In this way, mathematical programming models become subject to the same critique recently made to econometric models.

1. Introduzione

Recentemente la programmazione matematica ha ricevuto un rinnovato interesse quale strumento per la messa a punto di modelli per la rappresentazione dei risultati produttivi delle aziende agricole. L'interesse deriva da due fatti. Il primo è che si ritiene che i modelli di programmazione matematica si prestino meglio dei tradizionali modelli econometrici alla rappresentazione dei fenomeni

* Desidero ringraziare, senza per questo coinvolgerli nella responsabilità per eventuali errori residui, Francesco de Stefano, Gaetano Marengo, Eugenio Pomarici, Gianni Cicia e Luigi Cembalo per gli utili suggerimenti. Ma soprattutto, desidero ringraziare gli studenti del Corso Master del Centro di Portici degli ultimi tre anni: dal confronto con loro e dalle discussioni che si sono generate durante le lezioni da me svolte in questi anni a Portici sono scaturite molte delle riflessioni contenute in quest'articolo.

**Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Economia e Politica Agraria e Centro per la Formazione in Economia e Politica dello Sviluppo Rurale, Portici - e-mail: cafiero@unina.it

produttivi agricoli a livello microeconomico, e quindi alla simulazione di scenari di politica alternativi. Il secondo è che recenti innovazioni, derivate all'applicazione della cosiddetta Programmazione Matematica Positiva, hanno permesso di costruire modelli anche a partire da dati limitati ma facilmente reperibili quali ad esempio quelli disponibili attraverso la Rete di Informazione Contabile (RICA) dell'Unione Europea.

Lo scopo di questa nota è quello di mettere in evidenza come la scelta di rappresentare la produzione attraverso modelli di programmazione matematica non sia, da sola, garanzia di risultati più "robusti" di quanto si possa ottenere con i modelli econometrici. Anche per i modelli di programmazione matematica, e soprattutto ora che – grazie agli sviluppi recenti cui si è fatto cenno – questi modelli possono essere applicati ad un ventaglio di casi più ampio che in passato, diventa sempre più imperativo porre la giusta attenzione alla corretta rappresentazione dei vincoli di natura tecnica che definiscono i processi produttivi.

L'articolo è organizzato nel modo seguente. Innanzitutto, dopo una discussione dedicata alla differenza tra modelli normativi e modelli descrittivi e ad una valutazione sintetica dello stato dell'arte nella ricerca empirica in economia della produzione agricola (sezione 1) – discussione che vuole essere una premessa all'oggetto più specifico dell'articolo – si chiarirà per linee essenziali la differenza che esiste tra rappresentazione diretta o "strutturale" dei processi produttivi, e quella che genericamente può essere indicata come rappresentazione in "forma ridotta" (sezione 2). Successivamente, si descriverà il procedimento che consente il passaggio dalla formulazione teorica alla applicazione empirica dei modelli applicati alla produzione (sezione 3), per passare poi a discutere criticamente del contenuto degli sviluppi recenti della programmazione matematica che vanno sotto il nome di Programmazione Matematica Positiva (Howitt, 1995; Paris e Howitt 1998) (sezione 4), e di come questi sviluppi siano stati applicati in Italia in modelli per la previsione degli effetti delle recenti riforme di Politica Agraria (sezione 5). Una sezione conclusiva riassume i punti principali e suggerisce possibili sviluppi nella ricerca applicata in economia agraria.

2. Una premessa: prescrizione e descrizione nell'analisi dei processi produttivi agricoli

Uno degli ambiti principali della ricerca economico-agraria è quello della messa a punto di modelli per la rappresentazione dei processi produttivi agricoli. Gli usi di tali modelli possono essere di natura descrittiva, quando serva rappresentare il fenomeno produttivo in modelli usati, per esempio, nella previsione degli effetti di interventi di politica economica, oppure di natura prescrittiva, in cui invece lo scopo è quello di suggerire norme di comportamento. Questa seconda ragione era prevalente quando l'economia agraria aveva soprattutto lo

scopo di fornire strumenti per la consulenza agli agricoltori, ed è ancora ben presente nei corsi e programmi di gestione aziendale. Con il graduale ma continuo processo di allontanamento dell'economia agraria dalla funzione di consulenza agli agricoltori ed il suo avvicinamento alla ricerca teorica in economia, il modo in cui i ricercatori hanno affrontato il problema della rappresentazione dei fenomeni produttivi è andato in parte modificandosi. Lo scopo prevalente della rappresentazione della produzione in economia agraria è diventato quello di ovviare al problema della impossibilità di una vera e propria ricerca sperimentale, sostituita dal tentativo di riconciliare ipotesi teoriche e dati attraverso un uso spesso anche sofisticato della statistica, in quella che è diventata la moderna pratica econometrica (Haavelmo, 1944)¹.

A giudicare dai lavori pubblicati sulle riviste scientifiche negli ultimi trenta anni e dai programmi di economia della produzione presenti nei corsi di studio post-universitario, sembrerebbe che la "vecchia" ricerca di pianificazione aziendale sia destinata sempre più a ricoprire un ruolo di secondo piano, tanto nelle aule quanto nei manuali di economia agraria. Negli ultimi anni, ricerca applicata in economia agraria sembra essere diventato sinonimo di stima di modelli econometrici in cui da pochi dati – sempre quelli – si tira fuori una crescente mole di valori di elasticità di offerta, di sostituzione tra fattori, e così via. Ma si tratta di vero successo? Cerchiamo di capire.

L'obiettivo che si persegue con l'uso dei modelli econometrici in economia della produzione è di verificare empiricamente modelli teorici di comportamento dei produttori a partire dall'osservazione dei limitati dati disponibili. In tale contesto, la rappresentazione della tecnologia viene affidata alla specificazione della funzione di produzione. Ciò che preme sottolineare è che, sebbene in linea di principio la funzione di produzione potrebbe (e dovrebbe) essere definita in modo dettagliato, al punto da "catturare" gli effettivi vincoli di natura tecnica che condizionano la produzione, nelle applicazioni si tende a scegliere forme funzionali semplici e flessibili (tipico il caso delle funzioni Cobb-Douglas), peraltro definite solo a meno di alcuni parametri incogniti, il cui valore viene scelto condizionatamente ai dati osservati. In qualche modo, cioè, i ricercatori ammettono di non conoscere perfettamente a priori la "vera" tecnologia che determina le possibilità produttive, sforzandosi di ricercare quella che meglio si adatta ai dati osservati. Il problema però è che i dati a cui più spesso si fa riferimento in economia sono quelli su grandezze monetarie (valore degli input acquistati o degli output venduti) e non sono mai dati sperimentali². Essi sono il risulta-

¹ A tal proposito, si legga anche Varian (1989).

² In linea di principio sarebbe possibile definire una funzione di produzione in agricoltura a partire da dati sperimentali di tipo agronomico, ma si tratterebbe di una funzione di produzione nel senso più stretto del termine, intesa come rappresentazione di uno specifico processo produttivo (ad esempio, la produzione di granella di frumento con l'utilizzo di input di natura chimica). L'impossibilità di dati sperimentali è riferita qui piuttosto alla costruzione di quelle che potremmo definire funzioni di produzione aziendali.

to della combinazione di varie cose, non solo dalla tecnologia che si vorrebbe ricostruire; i valori delle quantità prodotte e vendute oppure delle quantità di input acquistate, siano essi rilevati direttamente o desunti da dati contabili, dipendono da scelte dei produttori guidate da obiettivi che l'analista potrebbe non conoscere con certezza, e a loro volta condizionate, oltre che dalla tecnologia, anche dalle condizioni di concorrenza prevalenti sui mercati di vendita dei prodotti e di acquisto dei fattori.

Nel processo di ricostruzione dei parametri incogniti necessari a definire le funzioni di produzione, allora, esiste un potenziale problema di identificazione. È possibile, cioè, che vengano imputati alla tecnologia fatti che invece derivano dai modelli comportamentali degli agenti, oppure dalle condizioni di concorrenzialità prevalenti sui mercati, o da entrambi. Per proteggersi dal rischio di confondere tecnologia e comportamenti, il modello che rappresenta la produzione dovrebbe essere costruito in maniera quanto più dettagliata possibile, tenendo nettamente separati i fatti puramente tecnici da quelli economici. Bisognerebbe cioè definire modelli "strutturali", intendendo con questo termine appunto il fatto che essi cercano di riprodurre la struttura del fenomeno oggetto di analisi, distinguendo chiaramente tecnologia, comportamenti e meccanismi di formazione dei prezzi.

Con la "scoperta" e l'applicazione della dualità all'economia della produzione (Fuss e McFadden, 1978) l'allontanamento dei modelli econometrici dalla realtà dei processi produttivi si è ancora accentuato. Sempre più spesso, i modelli sono stati formulati in termini delle funzioni duali di costo o di profitto anziché delle funzioni di produzione. In questi casi, le relazioni tra variabili monetarie che definiscono le funzioni inglobano ad un tempo restrizioni derivanti da fatti tecnici, comportamentali e di struttura del mercato. Si tratta, cioè, di quelle che possono essere indicate come relazioni in "forma ridotta" che nascondono la effettiva struttura del problema mostrandone solo il risultato finale. Separare le varie cause dei fenomeni osservati, allora, diventa molto più difficile, al punto che un modello empirico basato sulla dualità, che pure dimostri di adattarsi estremamente bene ai dati, può non portare affatto verso la conoscenza dei vincoli tecnici che sono alla base del fenomeno studiato.

Anche se, per dirla con Friedman (1953), il risultato delle scelte degli agenti economici è "come se" essi si fossero comportati secondo i criteri definiti nel modello (ad esempio allo scopo di massimizzare i profitti), usando la tecnologia definita dalle funzioni di produzione implicite nel modello, e nelle condizioni di mercato assunte, questo non vuol dire che i comportamenti reali siano stati quelli, che le condizioni di concorrenzialità sui mercati siano quelle, e che la tecnologia rappresentata sia quella reale. In altri termini, un qualunque test condotto sui parametri di un modello duale deve sempre essere inteso come un test congiunto sulla tecnologia, sui comportamenti e sulle condizioni di mercato: se il test fallisce, non è possibile, in genere, sapere se vada messa in discussione l'ipotesi comportamentale, quella sulla forma di mercato, o la descrizione della tec-

nologia. Più grave ancora, è il fatto che il test può non fallire quando nessuna delle ipotesi su tecnologia, comportamenti e forma di mercato è vera.

La critica è notevole. Sia con modelli basati sulla funzione di produzione, sia soprattutto con i modelli basati sulle funzioni duali, la flessibilità ricercata e trovata negli esercizi di stima dei parametri incogniti ha avuto il risultato di portare a modelli che si adattano bene ai dati, ma che spesso non hanno alcun legame con la realtà dei fenomeni di produzione che pure ambiscono a rappresentare³. Lo spostamento di enfasi dalla “pratica” (realtà) alla “teoria” della produzione ha avuto come conseguenza che i contributi degli ultimi trent’anni circa della ricerca applicata in economia della produzione in agricoltura assommino a “poco più di una scatola vuota” (Just e Pope, 2001, p. 726).

La morale che si potrebbe trarre dalla lettura di tutto ciò è che bisognerebbe provare a invertire la rotta e tornare a porre maggiore attenzione alla realtà dei fenomeni produttivi che si cerca di rappresentare. Questo vorrebbe dire innanzitutto abbandonare le rappresentazioni in forma ridotta e tornare a costruire modelli strutturali, avendo però cura di rappresentare correttamente gli effettivi vincoli di natura tecnica che caratterizzano i processi produttivi agricoli e non affidarsi a forme funzionali flessibili.

In tal senso, sembrerebbe il caso di dover rivalutare in qualche misura i modelli di programmazione matematica, i quali – almeno potenzialmente – imporrebbero al ricercatore un maggiore sforzo di coerenza con la realtà. Ed in effetti l’uso della programmazione matematica ha di recente goduto di una rinnovata attenzione in economia agraria⁴. Questo fatto potrebbe apparire come un segno che almeno alcuni settori della professione degli economisti agrari sfuggano alla critica descritta nelle righe precedenti. Tuttavia, una lettura attenta di questi contributi recenti mette in evidenza come ciò a cui si è mirato, piuttosto che una maggiore attenzione alla realtà dei fenomeni produttivi, è stato di dare ai modelli una maggiore flessibilità (Howitt, 1995; Paris e Howitt, 1998)⁵. Rendendo i modelli di programmazione matematica più simili ai modelli econometrici, ed in particolare, come vedremo, ai modelli duali, il rischio diventa quello che anche i primi, anziché sfuggirvi, diventino oggetto delle stesse critiche di astrattezza mosse a questi ultimi. La supposta superiorità dei modelli di programmazione

³ Recentemente questa critica ha raggiunto anche un pulpito importante quale quello dello *Handbook of Agricultural Economics* (Gardner e Rausser, 2001). In quel libro, descrivendo i contributi recenti dell’economia della produzione applicati all’agricoltura, Just e Pope sottolineano come molti dei modelli comunemente utilizzati siano incapaci di fornire previsioni attendibili. Dopo aver fornito numerosi esempi, gli autori evidenziano come, “[...] lo sforzo di rappresentare le tecnologie con il massimo di flessibilità [sia] risultato in approcci empirici che esauriscono il potenziale di identificazione dei dati disponibili nel catturare tale flessibilità. Poco o nessun potenziale di identificazione rimane per scoprire i comportamenti” (Just e Pope, 2001, p. 722).

⁴ Si vedano, tra gli altri, i contributi di Hazell e Norton (1986), Howitt (1995), Paris e Howitt (1998), Arfini (2001), Paris e Arfini (2000).

⁵ In tal senso, presentando la Programmazione Matematica Positiva basata sul criterio della massima entropia, Paris e Howitt (1998, p.124) sono molto espliciti nel dire che “esiste un *continuum* di analisi tra programmazione matematica e tecniche econometriche tradizionali”.

matematica negli studi sulle valutazioni di impatto delle politiche che interessano il settore della produzione agricola⁶, allora, andrebbe fortemente messa in discussione.

3. La rappresentazione della produzione in economia: modelli strutturali e modelli in forma ridotta

Secondo l'approccio "neoclassico" che domina la moderna ricerca economica della produzione, un aspetto cruciale da cogliere per comprendere i fenomeni produttivi è il rapporto quantitativo che esiste tra input e output. Se poi ciò di cui ci si vuole occupare è l'efficienza economica (considerata distinta dalla efficienza puramente tecnica) non importa conoscere i veri meccanismi che si trovano all'interno della "scatola nera" dentro cui entrano gli input: quello che conta è il rapporto con il quale ne escono gli output. La definizione di una funzione di produzione, $q = f(x)$ (in cui x rappresenta il vettore delle quantità di input impiegati e q il corrispondente vettore di massime quantità producibili), la scelta di una determinata funzione obiettivo, $\pi = g(q,x,p)$ e la conoscenza del vettore dei prezzi p da utilizzare sono gli unici elementi necessari a definire completamente un modello di rappresentazione del comportamento dell'impresa come:

$$(1) \max_{\{q,x\}} \{ \pi = g(q,x;p), \mid q = f(x); q,x \geq 0 \}$$

La capacità di un modello del genere di rappresentare i risultati di fenomeni reali di produzione dipende ovviamente dalla formulazione della funzione di produzione e dalla plausibilità della funzione obiettivo. In linea di principio è sempre possibile definire una funzione di produzione in maniera da rispecchiare tutte le restrizioni derivanti dalla tecnologia impiegata, così come è sempre possibile definire in termini formali l'obiettivo da raggiungere. Tuttavia, non appena ci si allontana dalla pura speculazione teorica e si prova ad applicare questi concetti alla realtà, compaiono alcune complicazioni di non facile soluzione.

Innanzitutto, ci si dovrà confrontare con il problema di dover definire esattamente cosa si intenda per input e per output. La teoria economica, almeno nel modo in cui è stata formalizzata nell'approccio definito neoclassico, prevede che

⁶ A proposito dei modelli di programmazione matematica, recentemente Arfini ha sostenuto che "[...] L'utilità di questi strumenti di analisi è notevole in quanto, meglio di altre metodologie, sono in grado di fornire informazioni utili alla pianificazione delle politiche agricole su base regionale e nazionale, dotando i *policy makers* di veri e propri strumenti analitici di supporto [...]" (Arfini, 2001, p.79) Il mio obiettivo qui è di dimostrare che la supposta superiorità di questi modelli rispetto ai modelli econometrici può essere in realtà solo apparente: se i modelli di programmazione matematica vengono usati in maniera eccessivamente "flessibile", non ponendo sufficiente attenzione nella rappresentazione dei vincoli tecnici di produzione, il rischio che si corre è di ricadere nell'errore di generare previsioni incompatibili con la realtà.

input e output siano definiti precisamente nelle loro dimensioni fisiche, spaziali e temporali (Debreu 1959). Per fare un esempio legato alla produzione agricola, questo vuol dire che un certo tipo di concime, distribuito ad una certa coltura ed in certe dosi, dovrà essere rappresentato come un input diverso dallo stesso tipo di concime dato alla stessa coltura, alle stesse dosi ma in un momento successivo. Come si può intuire, seguire le prescrizioni implicite nella rigorosa formulazione teorica del problema (1) è cosa tutt'altro che semplice in pratica. Non fosse altro che per la mancanza di dati sufficientemente dettagliati, è pressoché impossibile definire correttamente tutti gli input e output che entrano nella funzione di produzione. Praticamente sempre nelle applicazioni si è costretti a ricorrere ad una qualche forma di aggregazione per cui, ad esempio, si definisce la quantità complessivamente impiegata di lavoro nell'intero arco temporale di realizzazione della produzione come un unico input, oppure si considerano fertilizzanti, diserbanti ed antiparassitari come un solo input di natura chimica e indifferenziato, per non dire del caso in cui gli input vengono grossolanamente aggregati nelle tre categorie di terra, lavoro e capitale.

Ma, così facendo, viene meno la possibilità di cogliere alcuni degli aspetti che invece possono essere fondamentali per la effettiva rappresentazione dei vincoli tecnici che condizionano i processi produttivi. Quando si aggrega il lavoro impiegato nell'arco temporale in cui avviene la produzione, ad esempio, si rinuncia alla possibilità di cogliere tutti gli aspetti legati alla scansione temporale delle operazioni. Considerare un unico input di natura chimica non consente di riconoscere la fondamentale differenza che esiste tra fertilizzanti e antiparassitari, e così via. Di esempi se ne potrebbero portare tantissimi. Senza entrare oltre nel merito di questa questione, quello che qui preme evidenziare è il fatto che molta della robustezza teorica del modello neoclassico della produzione viene a mancare nel momento in cui si passa all'applicazione empirica⁷.

Un secondo aspetto relativo al modo in cui nella moderna analisi economica viene rappresentata la produzione riguarda le conseguenze dell'adozione del cosiddetto approccio duale. La "dualità" è un concetto matematico generale, peraltro relativamente semplice nella sua essenza, che consiste in un diverso modo con cui guardare ai modelli di ottimizzazione⁸. Per comprendere in cosa esso consista quando viene applicato alla rappresentazione della produzione, si pensi al generico problema descritto prima nella (1) e che, in contrapposizione al termine duale, viene indicato anche come primale. Se il problema ammette una soluzione in termini dei valori di x e q che massimizzano la funzione obiettivo, tali valori dipenderanno ovviamente dai valori esogeni p . Nel caso di un modello di produzione, ad esempio, le soluzioni rappresenteranno le funzioni di offer-

⁷ Per approfondimenti su questo aspetto si veda Just e Pope (2001).

⁸ Il concetto di dualità applicato ai modelli di economia matematica si è sviluppato a partire dai contributi di Hotelling (1932), Hicks (1946), Roy (1942) e Samuelson (1947), e si è affermato soprattutto dopo i contributi di Shephard (1953), McFadden (1962), Uzawa (1964), Shephard (1970) e Diewert (1971).

ta dei prodotti, $q = q(p)$, e quelle di domanda dei fattori $x = x(p)$. Sostituendo queste espressioni nella funzione obiettivo del modello primale, si stabilisce l'esistenza di una relazione in forma ridotta tra la variabile obiettivo ed i soli parametri esogeni p ,

$$(2) \quad \pi = g(x(p), q(p); p) \equiv v(p).$$

La funzione $\pi = v(p)$ viene definita indiretta poiché la relazione tra variabile obiettivo e parametri è, appunto, determinata indirettamente attraverso la combinazione dell'ipotesi comportamentale implicita nella funzione obiettivo e delle restrizioni derivanti dalla tecnologia implicite nel vincolo $q = f(x)$ ⁹.

Chi introduce l'approccio duale alla rappresentazione della produzione di solito insiste sulla possibilità di poter interpretare direttamente le funzioni di profitto e di costo rispettivamente come il massimo profitto ottenibile o il minimo costo da sostenere dati i prezzi. Il vantaggio legato all'uso di queste funzioni dovrebbe essere quello che, essendo basate solo su variabili monetarie, sono generalmente più facili da stimare con i dati di cui usualmente un economista dispone. Ciò che viene evidenziato con minore enfasi, è che le funzioni indirette descrivono relazioni in forma ridotta, che cioè rappresentano la sintesi, la "riduzione" appunto, di tutti i passaggi intermedi che fanno sì, ad esempio, che il massimo profitto ottenibile attraverso un processo produttivo dipenda dal livello del prezzo di uno dei fattori produttivi. In altri termini, le relazioni espresse dalle funzioni duali incorporano sia gli aspetti comportamentali del modello (definiti propriamente attraverso la funzione obiettivo) che quelli tecnologici (espressi dalla funzione di produzione) in maniera che non è possibile distinguere univocamente a posteriori.

Questa, di per sé, non è una critica, ma solo una constatazione di quale sia l'effettivo contenuto formale dell'approccio duale. D'altronde, nessun teorico sosterebbe che i due approcci sono equivalenti a meno che non si conoscano perfettamente le funzioni che li definiscono. In altre parole, nel caso dell'economia della produzione, è solo la conoscenza a priori della funzione obiettivo e della funzione di produzione che costituiscono il modello primale che rende possibile costruire un modello duale perfettamente equivalente dello stesso problema, mentre la conoscenza del solo modello duale non consente di risalire in maniera univoca alla formulazione primale. Data la natura di forma ridotta delle funzioni duali, in principio possono esistere diverse formulazioni primali che corrispondono ad una stessa formulazione duale. Si tratta del più classico dei problemi di identificazione: è come dire che se si conoscono i due

⁹ Nel caso dei modelli di produzione, la funzione indiretta sarà rappresentata dalla cosiddetta funzione duale di profitto, se il modello primale è formulato come massimizzazione dei profitti, oppure dalla funzione duale di costo se invece il modello primale viene definito in termini della minimizzazione dei costi. Nel caso della teoria del comportamento del consumatore, la funzione duale è la cosiddetta funzione di utilità indiretta.

termini di una frazione, allora si conosce certamente anche il valore del loro rapporto, ma se invece si conosce solo il rapporto (la forma ridotta) allora non è possibile risalire ad uno dei due termini se non imponendo a priori la conoscenza dell'altro.

4. Il passaggio dalla teoria economica alla ricerca empirica: l'approccio econometrico alla analisi della produzione

Come già sottolineato, un modello formale come quello descritto nell'espressione (1) può essere, in linea di principio, sufficiente a rappresentare adeguatamente il fenomeno della produzione purché si riescano a definire correttamente input e output e si colgano gli effettivi vincoli tecnici. Nella pratica della ricerca empirica, almeno per come si è andata affermando nella econometria moderna, ed in particolare nel cosiddetto approccio parametrico alla formulazione e stima dei modelli, non vengono utilizzati modelli come quello descritto nella (1), quanto piuttosto loro modificazioni che potremmo rappresentare come:

$$(3) \quad \max_{\{q,x\}} \{ \pi = g(q,x;p), \mid q = f(x;b); q,x \geq 0 \}.$$

Nei modelli econometrici, cioè, la funzione di produzione viene definita nella sua forma funzionale a meno di un vettore di parametri incogniti β . La verifica empirica del modello, allora viene condotta in due passi. Innanzitutto, dall'assunzione dell'obiettivo di ottimizzazione (massimizzazione in questo esempio) si derivano delle relazioni funzionali precise tra le variabili q e x del modello, che in forma molto generale possono essere rappresentate in termini di funzioni implicite:

$$(4) \quad \gamma(q,x;p,\beta) = 0$$

che rappresentano le restrizioni che la teoria imporrebbe ai dati¹⁰. Dopo di che, nell'applicazione di queste restrizioni ai dati osservati su di un certo campione $\{q_i, x_i\}$, per $i = 1, \dots, N$, si ammette la possibilità che le restrizioni non siano perfettamente rispettate, ma che esistano delle discrepanze accidentali ε_i i cui elementi sono definiti proprio come:

$$(5) \quad \varepsilon_i = g(q_i, x_i; p, \beta)$$

L'aver definito la funzione di produzione in termini parametrici, determina che anche le espressioni (5) saranno funzione degli stessi parametri incogniti β .

¹⁰ Relazioni del tipo (4) possono essere derivate sfruttando le condizioni del primo ordine dei problemi di massimizzazione per cui, ad esempio, il valore del prodotto marginale di un fattore della produzione deve essere uguale al suo prezzo.

A questo punto, criteri di adattamento ai dati suggeriscono modi per pervenire ad una stima dei parametri incogniti β ¹¹.

Il passaggio all'analisi empirica con l'approccio duale, non è diverso. Quando la funzione di produzione è definita in maniera parametrica, anche le soluzioni del modello teorico primale saranno funzioni dei parametri incogniti β . Sostituendole nella funzione obiettivo quando si definisce la funzione duale indiretta (2), diventa chiaro come quest'ultima implicitamente contenga anche i parametri incogniti:

$$(6) \quad \pi = g(x(p;b), q(p;b); p) \equiv v(p;b),$$

ed in principio potrebbe rappresentare una base alternativa da cui partire per la definizione di una equazione di stima per i parametri β ¹².

In definitiva, sia che si parta dalla formulazione primale che da quella duale, se si è disposti ad imporre sui dati l'ipotesi comportamentale sottesa alla funzione obiettivo, è possibile stimare i parametri che definiscono completamente la funzione di produzione che meglio li spiega. È su questo concetto che si basa il principio per cui l'analisi econometrica permette di inferire sulla tecnologia. Tuttavia, l'inciso enfaticizzato nella frase precedente è importante: se l'ipotesi comportamentale assunta dovesse essere errata, i parametri stimati b potrebbero non avere più alcuna corrispondenza con i parametri tecnici che si cerca di conoscere, un aspetto questo sul quale i ricercatori sembrano essersi soffermati poco.

Nel caso delle funzioni duali, il pericolo della mancata capacità di identificazione è reso ancora più grave da una pratica alquanto diffusa. Una funzione come $v(p;\beta)$ di solito risulta essere una funzione complessa dei parametri β e quindi si presta poco alla stima (almeno con i metodi più semplici come i minimi quadrati o la massima verosimiglianza). Per questo motivo, nella pratica econometrica con l'uso delle funzioni duali, anziché partire dalla parametrizzazione della funzione di produzione, si sceglie una forma flessibile direttamente per la funzione obiettivo indiretta, pervenendo alla stima di un set di parametri diverso da quelli che definirebbero la funzione di produzione. In altri termini, si definisce una funzione $v(p;\delta)$ in maniera tale che la forma funzionale scelta permetta la stima agevole dei parametri δ che, però, non rappresentano più parametri della funzione di produzione, direttamente interpretabili e legati solo ad aspetti della tecnologia, ma inglobano anche gli aspetti comportamentali insiti nella origina-

¹¹ Ad esempio, se si decide di misurare le discrepanze accidentali attraverso la somma dei loro quadrati, il procedimento di stima che ne consegue sarà quello cosiddetto dei "minimi quadrati". Alternativamente, se si è disposti ad imporre una certa distribuzione di probabilità per le discrepanze osservate, è possibile costruire la funzione di verosimiglianza del campione da massimizzare rispetto ai parametri incogniti, ottenendo così la stima di massima verosimiglianza.

¹² Su questo concetto si basa, ad esempio, il modello VIPS (*Virtually Ideal Production System*) sviluppato da Chambers e Pope (1994).

ria funzione obiettivo¹³. Ancora una volta, questo significa che se pure si riesce a trovare la forma duale del problema che meglio si adatta ai dati disponibili, non è possibile da questa risalire univocamente alla funzione di produzione e alla funzione obiettivo che hanno generato quei dati.

In altre parole, anche se è certamente possibile stimare sempre, e spesso anche con elevata precisione, una funzione duale basata sulla massimizzazione del profitto, essa non consente mai di sottoporre a test separatamente le ipotesi che gli operatori operino con l'obiettivo della massimizzazione del profitto ed una qualsiasi restrizione legata alla tecnologia (come ad esempio la sostituibilità tra fattori di produzione). Ogni test condotto su di un parametro di una funzione duale è necessariamente un test congiunto su tutte queste cose contemporaneamente. Dovrebbe essere evidente, allora, che se l'obiettivo esplicito dell'analisi empirica è quello di ricostruire la tecnologia, attraverso le funzioni duali ciò è possibile solo mantenendo per assunte le ipotesi comportamentali. Questo non vuol dire che questi modelli siano inutili, ma solo che "modelli duali che sono derivati sotto le assunzioni di minimizzazione dei costi e/o massimizzazione dei profitti sono utili soltanto per situazioni in cui queste assunzioni sono approssimazioni della realtà" (Zilberman 2004). In nessun caso, quindi, questi modelli possono essere usati, ad esempio, per sottoporre a test l'ipotesi di concorrenzialità.

5. La programmazione matematica: normativa o positiva?

Come è noto, gli elementi fondamentali di un modello di programmazione matematica per la rappresentazione di un processo produttivo sono costituiti dalla funzione obiettivo, che descrive l'obiettivo da raggiungere e da una serie di vincoli. Nella sua formulazione più generale, un modello del genere può essere scritto come:

$$(3) \quad \max_x \{ f(x) \mid g(x) < 0 \}$$

dove con x si indica un vettore di variabili di scelta dell'agente, $f(x)$ è la funzione che misura l'obiettivo da massimizzare e la funzione vettoriale $g(x) < 0$ rappresenta l'insieme di vincoli cui le variabili di scelta devono sottostare, e che di solito sono legati a disponibilità limitate di risorse o da veri e propri vincoli, di natura tecnica o di diversa origine, sulla possibilità di combinazione dei fattori produttivi.

La programmazione matematica è stata storicamente introdotta tra gli strumenti di economia agraria per essere applicata soprattutto a quelli che vengono indicati come modelli di pianificazione aziendale. L'obiettivo di tali modelli era

¹³ Appartengono a questa categoria, ad esempio, i modelli di stima basati sulla specificazione della funzione di profitto espressa in funzione dei prezzi degli input (Shumway, 1983; Sekokai e Moro, 1996).

quello di suggerire piani di produzione, intesi come progetti di assegnazione di risorse limitate a possibili usi alternativi, che consentissero il raggiungimento di determinati obiettivi economici, data una altrettanto determinata definizione della tecnologia¹⁴. Questo è proprio uno degli aspetti per i quali la programmazione matematica si distingue dall'analisi econometrica: nella costruzione dei modelli di programmazione, l'analista dovrebbe definire a priori la funzione di produzione e non, come si fa con l'econometria, lasciare alla sovrapposizione con i dati il compito di completarne la definizione con la stima di parametri incogniti.

Nella scrittura di modelli di programmazione diventa allora imperativo porre una attenzione molto maggiore nella comprensione e rappresentazione dei vincoli imposti dalla tecnologia sull'utilizzo dei fattori di produzione, e le previsioni ottenute con l'utilizzo del modello saranno tanto più attendibili quanto più l'insieme dei vincoli effettivamente operanti sarà stato colto nella sua essenza. Ma cogliere tutti gli aspetti legati alla tecnologia e allo stesso tempo formulare un modello che sia trattabile da un punto di vista matematico non è cosa semplice. Spesso l'analista è costretto alla ricerca di un compromesso tra complessità della struttura del modello (richiesta dall'esigenza di corrispondenza con la realtà) e trattabilità analitica. Ciò ha portato in pratica a che, ad esempio, il tipo di tecnologia che più spesso viene rappresentata è la tecnologia a coefficienti fissi; oppure al fatto che quando si è provato ad introdurre considerazioni legate al rischio, lo si sia fatto con funzioni obiettivo quadratiche: tutte scelte legate più all'esigenza di trattabilità analitica che alla convinzione che tali forme funzionali rispecchino meglio la realtà.

La necessità di semplificare per ottenere trattabilità analitica ha contribuito a motivare la critica forse più frequentemente mossa ai modelli di programmazione matematica applicati alla produzione agricola, e cioè che quando si confrontano le soluzioni dei modelli con gli ordinamenti produttivi di aziende reali, di solito le prime sono caratterizzate da una specializzazione molto maggiore dei secondi. A causa di una eccessiva semplificazione analitica, cioè, i modelli non sono più in grado di replicare la realtà osservata. Un fatto del genere comprensibilmente mette in imbarazzo chi suggerisce di usare i modelli per fare previsioni di scenari futuri: come si può sostenere che le previsioni su scenari ipotetici siano attendibili quando il modello non è in grado di replicare la realtà osservata nelle sue condizioni iniziali?

Dall'esigenza di difendersi da una obiezione del genere deriva la pratica della "calibratura" dei modelli di programmazione matematica. La calibratura consiste

¹⁴ Il tipo di tecnologia più comunemente introdotto nei modelli di programmazione matematica applicati alla produzione in agricoltura è quello cosiddetto a "coefficienti fissi", in cui la tecnologia viene descritta attraverso una serie di vincoli lineari che descrivono la distribuzione possibile delle risorse limitate tra i possibili impieghi produttivi. Se a questo si associa la formulazione dell'obiettivo in termini di profitto, che a sua volta rappresenta una funzione lineare delle possibili produzioni, si giunge alla formulazione di modelli di programmazione lineare, i più diffusi tra i modelli di programmazione in economia (Hazell e Norton, 1986, Paris 1991).

nel modificare la struttura del modello per far sì che la soluzione prodotta nelle condizioni iniziali coincida con quella osservata nella realtà. Ma è veramente corretto operare la calibratura in un modello di programmazione matematica? Cosa significa veramente? A voler rispettare la funzione normativa di un modello, confrontare la soluzione da esso suggerita con l'operato concreto di un'azienda dovrebbe servire non tanto a mettere in discussione il modello, quanto a dimostrare che l'azienda opererebbe scelte non ottimali. E allora, mettere in discussione la specificazione del modello facendosi guidare dai risultati osservati su aziende reali equivarrebbe: (1) ad ammettere l'ignoranza, seppure parziale, da parte dell'analista sulle caratteristiche del processo produttivo che sta cercando di rappresentare, (2) ad abbandonare il carattere normativo dell'uso di questi modelli per trasformarli in modelli descrittivi (o, come si usa dire "positivi") il cui scopo è quello di riprodurre la realtà, a prescindere da considerazioni di merito su quanto essa risponda ai criteri di ottimalità su cui è basata la teoria economica, o alla combinazione di entrambe le cose.

Se la giustificazione delle operazioni di calibratura fosse la prima, allora l'analista onesto, conscio della sua ignoranza, dovrebbe cercare di modificare sì la struttura del modello, ma dopo essersi, per così dire, "sporcatosi le scarpe" nel cercare di comprendere meglio la realtà dei fenomeni produttivi che vuole rappresentare¹⁵. Molto più spesso sembra essere reiterata la consuetudine – peraltro mai ufficialmente confessata dagli analisti che usano la programmazione matematica – che la calibratura dei modelli venga fatta "a tavolino", modificando i coefficienti della matrice della tecnica con procedure *ad hoc*, in maniera da far avvicinare quanto più possibile la soluzione del modello a quella di una o più aziende reali prese a riferimento.

Più corretto allora sarebbe interpretare la calibratura come dettata dalla volontà di definire modelli descrittivi della realtà, così come si fa implicitamente nei modelli econometrici, lasciando che siano i dati disponibili dall'osservazione dei risultati economici di aziende reali a fornire le informazioni necessarie per completarne la struttura. Ma è importante sottolineare che anche in questo caso, la scelta di costruire un modello positivo non esime il ricercatore dall'obbligo della corretta e completa descrizione dei vincoli tecnici e dei criteri decisionali degli imprenditori. Tanto più quanto più il modello verrà usato per scopi previsivi.

Gli sviluppi che hanno portato alla cosiddetta Programmazione Matematica Positiva (PMP) (Howitt, 1995; Paris e Howitt, 1998) vanno interpretati precisamente nel senso di fornire metodi che permettono a modelli di programmazione matematica di replicare i risultati osservati su aziende di riferimento anche quando non sia accertata la correttezza della loro specificazione. Rispetto ai modelli di

¹⁵ Purtroppo questo non è ciò che è dato di rilevare, a giudicare dai modelli che vengono presentati in letteratura. È sempre più raro trovare modelli in cui la definizione dei vincoli che definiscono la matrice della tecnica viene ricondotta al risultato di indagini di campo, in cui, ad esempio, si sia rilevata l'esigenza di particolari rotazioni colturali, di certi piani di concimazione, o di particolari formule di alimentazione del bestiame.

tipo econometrico, però, viene meno la possibilità di condurre test statistici sul maggiore o minore adattamento ai dati (comunemente interpretati come generici test sulla specificazione del modello). E allora, il giudizio sulla “buona” o “cattiva” rappresentazione del fenomeno produttivo può essere solo basato sulla maggiore o minore rispondenza della struttura del modello alla effettiva tecnologia ed agli effettivi criteri decisionali delle imprese che si vuole rappresentare.

Senza entrare nel dettaglio delle procedure che costituiscono la PMP (peraltro ampiamente ed esaurientemente descritte anche in italiano da Paris e Arfini, 2000 e da Arfini, 2001), basterà qui mettere in evidenza come si tratti di procedure per la calibratura “automatica” di modelli aziendali di programmazione matematica in maniera che la loro soluzione rispecchi i valori osservati su di una qualche azienda di riferimento. Per far ciò, è chiaro che in qualche maniera i modelli debbano essere resi flessibili, in modo da potersi adattare ai dati, ed è interessante allora chiedersi a spese di cosa venga ottenuta questa flessibilità.

Nella sua formulazione originaria, la PMP è basata sull'ipotesi di massimizzazione del profitto, e sul concetto che la massimizzazione del profitto implica l'uguaglianza tra costo marginale e ricavo marginale per ognuno dei processi produttivi attivati. In altri termini, nel caso di modelli di pianificazione aziendale in cui la scelta da operare sia sui livelli di attivazione di N possibili attività produttive, la PMP assume l'esistenza di una funzione di costo (definita in termini delle N possibili attività produttive), definita a meno di parametri i cui valori vengono determinati¹⁶ grazie alla imposizione a priori di due ipotesi: (a) che i ricavi marginali di tutte le attività produttive siano osservati con certezza e (b) che per tutte le attività produttive osservate valga l'uguaglianza tra ricavi marginali e costi marginali. Sotto tali ipotesi, e data sufficiente flessibilità nella forma funzionale scelta per la funzione di costo, è possibile trovare una combinazione di parametri per la funzione di costo per qualsiasi ordinamento produttivo, nel senso che esisterà sempre una particolare formulazione della funzione di costo tale che, se l'obiettivo dell'impresa fosse proprio quello di massimizzare i profitti, e se l'impresa operasse con quella funzione di costo, allora la soluzione ottimale coinciderebbe con quella osservata¹⁷. Ciò che preme evidenziare, però, è che così facendo si perde quasi completamente la caratteristica per cui i modelli di pro-

¹⁶ Paris insiste che non bisogna usare la dizione “stimati” per descrivere il processo di determinazione dei parametri incogniti della funzione di costo, perché non vengono fatte ipotesi statistiche sulla distribuzione di probabilità di tali parametri incogniti. Personalmente, ritengo che invece comunque di una stima si tratti, anche se molto più vicina ad un criterio Bayesiano che parte da una distribuzione a priori uniforme di questi parametri e la modifica in base all'informazione campionaria. Per un approfondimento del legame che esiste tra principio della massima entropia e metodi di stima Bayesiani, si vedano i lavori di Zellner (1999).

¹⁷ Nella sua formulazione iniziale (Paris e Howitt, 1998) la funzione di costo viene ricostruita a partire dai dati di una singola azienda. Il problema della determinazione degli $N(1 + N/2)$ parametri liberi di una funzione di costo quadratica a partire dall'osservazione dei livelli di attivazione di N attività è uno dei tipici problemi “mal posti” (*ill-posed problems*) ai quali bene si adatta il criterio della massima entropia, la cui formalizzazione ed applicazione ai problemi di stima in econometria (Golan, Judge e Miller, 1996) ha dato un grosso impulso allo sviluppo dei metodi di cui stiamo trattando.

grammazione matematica sarebbero tipicamente dei modelli in forma strutturale. In particolare, non è possibile mettere in discussione l'ipotesi comportamentale di massimizzazione del profitto, per cui, parallelamente a quanto già osservato da Zilberman per i modelli duali, anche i modelli di programmazione matematica a cui venga applicata la PMP sono utili soltanto in quei casi in cui la massimizzazione del profitto viene considerata una ragionevole rappresentazione degli obiettivi degli imprenditori. In altri termini, la possibilità di pervenire sempre alla definizione di una funzione di costo, non importa a partire da quale ordinamento produttivo osservato, fa capire chiaramente come debba trattarsi necessariamente di una funzione di costo assolutamente ipotetica o, per meglio dire, equivalente ad una funzione duale di costo. Si tratta cioè di una relazione in forma ridotta tra livelli di attivazione delle attività produttive e ipotetici valori di costo, relazione ottenuta sfruttando l'uguaglianza imposta tra costi marginali (incogniti) e ricavi marginali (noti).

Ancora una volta, quella esposta non vuole essere una critica al metodo in sé, quanto piuttosto la constatazione del suo effettivo contenuto concettuale. Tradotto in pratica, questo contenuto significa che aver calibrato un modello di programmazione matematica con la tecnica che definisce la PMP non equivale di per sé ad aver ricostruito la struttura del fenomeno produttivo oggetto di indagine e quindi non c'è motivo di credere che le previsioni ottenute con tale modello siano più attendibili di quelle ottenibili con un modello alternativo, che magari non calibri perfettamente sulla situazione iniziale presa a riferimento, ma che sia basato su di una rappresentazione diretta e attenta dei vincoli produttivi.

Il rischio che qualcuno potesse lasciarsi prendere la mano ed affidarsi alla procedura di calibratura automatica per sollevarsi dall'onere di dover rappresentare correttamente i vincoli tecnologici doveva essere ben presente anche a chi per primo ha proposto la PMP. Howitt è stato molto attento nel dire che:

“L'approccio PMP non sostituisce tutte le funzioni di costo lineari con specificazioni quadratiche equivalenti, ma sostituisce solo quelle che i dati o la teoria suggeriscono essere meglio modellate come non lineari.

Se uno possiede informazioni a priori sulla natura di esternalità sulle rese o di effetti delle rotazioni tra le colture, queste possono essere esplicitamente incorporate [...]” (Howitt 1995, p. 338).

Di vincoli tecnici a livello aziendale ne esistono molti, e di rilievo. Valga, per tutti, un solo esempio: quello delle rotazioni colturali¹⁵. Ogni economista agrario con una formazione di base che includa aspetti agronomici, sa quanto importanti siano nella pratica le rotazioni colturali. Certo, attraverso l'uso di input chimici è possibile sostituire in qualche modo la funzione delle rotazioni colturali nel con-

¹⁵Un discorso analogo potrebbe essere fatto per il rapporto tra produzioni foraggere ed allevamenti, per la presenza o meno di macchine operatrici, per il tipo di controllo fitosanitario attuato, e così via. Sono tutti aspetti che condizionano fortemente gli ordinamenti produttivi e che, quindi, dovrebbero essere esplicitamente considerati in modelli che ambiscono a prevedere gli effetti su questi ultimi di cambiamenti nello scenario che circonda le imprese.

trollo della fertilità e delle caratteristiche sanitarie dei suoli, ma il fatto fondamentale è che si tratterebbe di tecniche di produzione diverse, con implicazioni diverse sulla struttura dei costi e sulle scelte colturali. Il non includere nella matrice della tecnica i vincoli imposti dalle rotazioni colturali non impedisce la calibratura del modello, ma porta alla possibilità che le sue previsioni a seguito di cambiamenti di scenario sui prezzi possano essere incompatibili con la prevalente pratica agronomica.

Un indubbio vantaggio dei modelli di programmazione matematica, anche quando vengano calibrati attraverso la PMP, è che esiste sempre la possibilità di rappresentare esplicitamente i vincoli tecnici nella definizione della matrice della tecnica, laddove vi siano informazioni disponibili¹⁹. La calibratura, in quei casi, verrebbe condotta condizionatamente al fatto che i vincoli imposti siano rispettati, rendendo lo strumento duttile abbastanza da consentire di inserire flessibilità soltanto laddove è necessario, ed evitando per quanto possibile di arrivare a soluzioni tecnicamente impossibili. Purtroppo però, a giudicare dalle applicazioni pubblicate, questa duttilità non sembra sempre essere stata utilizzata appropriatamente, come vedremo nella sezione successiva.

6. Alcuni esempi: la valutazione degli effetti delle recenti riforme della PAC sulle aziende italiane

Negli anni recenti sono stati pubblicati numerosi lavori che usano la programmazione matematica per la valutazione degli effetti sul settore della produzione agricola di cambiamenti di politica, ed in particolare della Politica Agricola Comunitaria dell'Unione Europea²⁰. Tra questi, Paris e Arfini (2000), Conforti (2002), Donati e Zuppiroli (2003) e Severini (2004) hanno adottato modelli di programmazione matematica calibrati con le procedure di PMP per la previsione degli effetti delle recenti riforme della PAC su aziende italiane, utilizzando anche dati della RICA²¹.

Da quanto sottolineato nelle sezioni precedenti, dovrebbe risultare chiaro che

¹⁹ In questo, il parallelo tra modelli calibrati con la PMP e modelli econometrici duali avanzato in precedenza si interrompe.

²⁰ Per una lista parziale dei lavori di programmazione matematica usati per la valutazione della PAC ed una rassegna critica di alcuni di essi, si veda il lavoro di Arfini (2001), e in particolare la sezione 3.

²¹ Nel presentare al pubblico degli economisti agrari le potenzialità offerte dalla procedura della Programmazione Matematica Positiva, Paris e Howitt presero come esemplare la possibilità di ricostruire la funzione di costo di un'impresa a partire dai soli dati resi disponibili per quella impresa dalla Rete di Informazione Contabile in Agricoltura (RICA). Per lungo tempo la RICA era stata criticata per il fatto che il tipo di dati che metteva a disposizione non consentisse la stima dei modelli econometrici della produzione tradizionalmente impiegati dagli economisti agrari nell'analisi della produzione. La possibilità di recuperare questa cospicua fonte di informazioni in una maniera compatibile con la teoria economica prevalente ha rappresentato quindi un fattore di rinnovato interesse verso la programmazione matematica, soprattutto in Europa.

la corretta capacità di fare previsione sui possibili effetti di cambiamenti in prezzi, quote di produzione o sussidi, attraverso modelli di programmazione matematica dipende dalla maniera in cui i vincoli tecnici che influenzano le possibilità produttive delle aziende sono rappresentati.

Nel giudicare i lavori citati che usano la PMP (pur nei limiti di questa che vuole essere più una nota metodologica che non un vero e proprio articolo di rassegna) non si può fare a meno di notare come in essi non venga riservato sufficiente spazio alla discussione critica sul modo in cui le matrici della tecnica sono state costruite. A quanto è dato di capire dalle descrizioni dei modelli, i tre lavori più recenti dei quattro citati fanno ampio riferimento a quello apparso per primo in letteratura (Paris e Arfini) per quanto riguarda sia la formalizzazione che l'implementazione e la soluzione del modello. In quel modello, la matrice della tecnica è costituita soltanto dai vincoli di utilizzo della terra ed i coefficienti di produzione vengono calcolati semplicemente come rapporto tra produzione osservata e superficie investita²². Anche se la scelta, in quel caso, forse è giustificata dal fatto che lo scopo dell'articolo è più quello di presentare il metodo che non di fornire previsioni robuste sugli effettivi scenari di politica agraria, resta il fatto che in quel modo si rappresenta una funzione di produzione multiprodotto a coefficienti fissi, che prevede perfetta sostituibilità tra le diverse colture.

Nei tre lavori successivi, gli autori hanno concentrato i loro sforzi nell'aggiungere vincoli legati ai meccanismi di implementazione delle politiche di volta in volta valutate, ma, a quanto pare, non hanno ritenuto di dover allentare l'ipotesi restrittiva di perfetta sostituibilità tra le diverse colture possibili²³. Le conseguenze di una tale scelta sono notevoli e potenzialmente in grado di inficiare l'attendibilità delle previsioni ottenute. Non riconoscere, ad esempio, che molte colture cerealicole entrano in rotazioni colturali complesse cambia – e di molto – la previsione su quanto effettivamente le superfici destinate a tali colture si potrebbero modificare a seguito di cambiamenti nei regimi di intervento. D'altro canto, l'esigenza di rappresentare dettagliatamente i vincoli tecnici, e la possibilità di farlo in modelli di programmazione matematica erano state già ampiamente dimostrate in passato (Hazell e Norton, 1986; Cafiero, 1997; Severini, 2000), per cui non si comprende la scelta di non farlo più nel momento in cui si decide di adottare la PMP come tecnica di calibratura. A meno che, è questo sarebbe più grave, non si sia creduto che la PMP potesse sostituire l'esigenza di rappresentazione strutturale della produzione.

²² Nel descrivere la costruzione del modello, si dice: "il terreno è il solo fattore limitante e l' n -ima matrice A_n dei coefficienti tecnici viene definita come $A_n = \{\alpha_{nij}\}$, dove $\alpha_{nij} = b_{R_{nj}}/x_{R_{nj}}$ ". (Paris e Arfini, p. 215). Nei tre lavori successivi in esame viene confermata la stessa scelta.

²³ Una parziale eccezione è rappresentata dal modello di Donati e Zuppiroli, che inseriscono un vincolo per definire la relazione tra attività zootecniche e superficie aziendale, legando il fabbisogno di foraggio per la produzione zootecnica e la disponibilità di foraggio reimpiegato in azienda (Donati e Zuppiroli, 2003, p. 41 equazione (8))

7. Conclusioni

Una delle caratteristiche che si richiede ad un modello di rappresentazione della produzione agricola da utilizzare per la previsione degli effetti di cambiamenti delle politiche è che esso sia in grado di replicare la realtà osservata. Applicata ai modelli di programmazione matematica, questa esigenza ha condotto allo sviluppo della tecnica cosiddetta della Programmazione Matematica Positiva.

In questo articolo è stato evidenziato il contenuto di tale metodo, ed è stato chiarito come, in sostanza, esso rappresenti un modo per introdurre flessibilità nei modelli di programmazione matematica, in maniera da far coincidere automaticamente la loro soluzione con ordinamenti prestabiliti presi come riferimento.

Il senso di questo contributo non è quello di criticare gli sviluppi teorici alla base della Programmazione Matematica Positiva, tutt'altro. È mia opinione che si tratti di elementi di notevole progresso nella ricerca economico-agraria. Quello che invece si è voluto sottolineare è che ancora manca (almeno a giudicare dalle applicazioni che hanno fatto seguito agli sviluppi teorici) una diffusa consapevolezza dei rischi cui si va incontro quando si passa dalla teoria alla pratica senza porre sufficiente attenzione al significato di alcune semplificazioni analitiche, così come a mio avviso è stato fatto in alcune recenti applicazioni della PMP alla valutazione degli effetti della riforma della PAC.

Si potrebbe obiettare che i limiti riscontrabili nelle applicazioni sono dovuti più alla difficoltà di reperire i dati necessari a costruire modelli coerenti con la realtà che non ad un difetto di comprensione della effettiva portata degli sviluppi teorici che vengono adottati. Una tale obiezione, però, oltre ad essere facilmente contraddetta dal fatto che in passato lo sforzo di reperire le informazioni necessarie a costruire modelli più vicini alla realtà è stato compiuto e con successo, andrebbe comunque criticata perché nasconderebbe un grave difetto di comunicazione. Se si dicesse più spesso e più esplicitamente che, con i dati a disposizione, non è possibile produrre previsioni attendibili, forse si manderebbero segnali utili a chi ha la responsabilità di indirizzare le risorse che vengono impiegate nella produzione dei dati comunemente utilizzati dagli economisti agrari.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

- ARFINI F. (2001), "La Politica Agricola Comune nei modelli di programmazione matematica", pp. 79-125 in: Giovanni Anania (a cura di): *Valutare gli effetti della Politica Agricola Comune. Lo stato dell'arte dei modelli per l'analisi quantitativa degli effetti delle politiche agricole dell'Unione Europea*. Collana Studi e Ricerche INEA, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
- CAFIERO C. (1997), "I prevedibili effetti della riforma della PAC sulle aziende contadine: un modello di programmazione matematica applicato all'Alta Val d'Agri". Capitolo 8 in A. Gioffi e A. Sorrentino (a cura di): *La piccola azienda e la nuova politica agricola dell'Unio-*

- ne europea. *Problemi economici e strutturali*. Franco Angeli, Milano.
- CHAMBERS R.G. (1988), *Applied Production Analysis. The dual approach*. Cambridge University Press, Cambridge (UK).
- CHAMBERS R.G., RULON D.P. (1994), "A Virtually Ideal Production System: Specifying and Estimating the VIPs model", *American Journal of Agricultural Economics*, 76 (February): pp. 105-113.
- CONFORTI P. (2002), "La riforma dell'organizzazione comune di mercato del riso dell'Unione Europea e i suoi riflessi sulla produzione italiana". *Working Paper* n. 6. INEA (Febbraio), Roma.
- DONATI M., ZUPPIROLI M. (2003), "Valutazione dell'impatto della Nuova Politica Agricola Comune sulla produzione del grano duro nelle regioni italiane", *Politica Agricola Internazionale*, 2 (3), pp. 21-50.
- DEBREU G. (1959), *Theory of Value*, Wiley, New York.
- DIEWERT W.E. (1971), "An application of the Shephard duality theorem, a generalized Leontief production function", *Journal of Political Economy*, 79(3), pp. 481-507.
- FRIEDMAN M. (1953), *Essays in Positive Economics*. University of Chicago Press, Chicago.
- FUSS M., MCFADDEN D. (1978), *Production Economics: a Dual Approach to Theory and Applications*. (volume 1 e 2), North-Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, Oxford.
- GARDNER B.L., RAUSSER G.C. (a cura di) (2001), *Handbook of Agricultural Economics. Volume 1A Agricultural Production*, Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- GOLAN A., JUDGE G., MILLER D. (1996), *Maximum Entropy Econometrics. Robust Estimation with Limited Data*, John Wiley & Sons, Chichester (UK).
- HAAVELMO T. (1944), "The probability approach in econometrics", *Econometrica*, vol. 12, supplement (July).
- HAZELL P.B.R., NORTON R.D. (1986), *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*, MacMillan Publishing Co., New York.
- HICKS J.R. (1946), *Value and Capital*. 2nd ed., Clarendon Press, Oxford.
- HOTELLING H. (1932), "Edgeworth's Taxation Paradox and the Nature of Demand and Supply Functions", *Journal of Political Economy*, 40, pp. 577-616.
- HOWITT R.E. (1995), "Positive Mathematical Programming", *American Journal of Agricultural Economics*, 77 (May), pp. 329-342.
- JUST R.E., POPE R.D. (2001), "The agricultural producer: theory and statistical measurement", Capitolo 12 in Gardner e Rausser, cit.
- MCFADDEN D. (1962), "Factor substitutability in the economic analysis of production", Unpublished Ph.D., University of Minnesota, Minneapolis (MN).
- PARIS Q. (1991), *An economic interpretation of linear programming*, Iowa State University Press, Ames.
- PARIS Q., ARFINI F. (2000), "Funzioni di costo di frontiera, auto-selezione, rischio di prezzo, PMP e Agenda 2000", *Rivista di Economia Agraria*, 55 (2), pp. 211-242.
- PARIS Q., HOWITT R.E. (1998), "An analysis of ill-posed production problems using maximum entropy", *American Journal of Agricultural Economics*, 80 (February), pp. 124-138.
- ROY R. (1942), *De l'Utilité: Contribution a la Theorie des Choix*, Hermann, Parigi.
- SAMUELSON P.A. (1947), *Foundations of Economic Analysis*, Harvard University Press, Cambridge (MA).
- SCOKOKAI P., MORO D. (1996), "Direct separability in multi-output technologies: An application to the Italian agricultural sector", *European Review of Agricultural Economics* 23 (1), pp. 95-116.
- SEVERINI S. (2004), "Il disaccoppiamento degli aiuti diretti della PAC: alcune valutazioni in

- merito al regime di pagamento unico”, *Politica Agricola Internazionale* 2 (4), pp. 27-56.
- SHEPARD R.W. (1953), *Theory of Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton (NJ).
- SHEPARD R.W. (1970), *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press, Princeton (NJ).
- SHUMWAY C.R. (1983), “Supply, Demand and Technology in a Multiproduct Industry: Texas Field Crops,” *American Journal of Agricultural Economics*, 64; pp. 748-60.
- UZAWA H.(1964), “Duality principles in the theory of cost and production”, *International Economic Review* 5(2), pp. 216-220.
- VARIAN H. (1989), “What use is economic theory?”, Manoscritto, Università della California a Berkeley (Paper presentato alla conferenza “Is economics becoming a hard science?” 29-30 ottobre 1992, Parigi.) <http://www.sims.berkeley.edu/~hal/Papers/theory.pdf>
- ZELLNER A. (1991), “Bayesian Methods and Entropy in Economics and Econometrics”, in Grandy, W.T. and Schick, L.H. (a cura di), *Maximum Entropy and Bayesian Methods*, pp. 17-31, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- ZILBERMAN D. (2004), “The appropriate model for the choice of agricultural inputs: primal, dual, or other”. *Politica Agricola Internazionale*, (1/2), pp. 9-21.